

TESIS DOCTORAL INTERNACIONAL

ESTRATEGIAS PARA LA PÉRDIDA DE PESO EN JÓVENES ADULTOS CON SOBREPESO Y OBESIDAD

Ismael Gálvez Fernández

ESCUELA DE DOCTORADO



PROGRAMA DE DOCTORADO
EDUCACIÓN Y COMUNICACIÓN SOCIAL

DIRECTORES

Dr. JOSÉ CARLOS FERNÁNDEZ GARCÍA

Dr. JUAN GAVALA GONZÁLEZ



UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA
2020

TESIS DOCTORAL

ESTRATEGIAS PARA LA PÉRDIDA DE PESO EN JÓVENES ADULTOS CON SOBREPESO Y OBESIDAD



Programa de Doctorado: Educación y Comunicación Social

AUTOR

Ismael Gálvez Fernández

DIRECTORES

Dr. José Carlos Fernández García
Departamento de Didáctica de las Lenguas, el Arte y el Deporte.
Facultad de Ciencias de la Educación.
Universidad de Málaga

Dr. Juan Gavala González
Departamento de Educación Física y Deporte.
Facultad de Ciencias de la Educación.
Universidad de Sevilla.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA
Año: 2020



UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA




Escuela de Doctorado



UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA

AUTOR: Ismael Gálvez Fernández

 <https://orcid.org/0000-0001-9319-4999>

EDITA: Publicaciones y Divulgación Científica. Universidad de Málaga



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 4.0 Internacional:

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/legalcode>

Cualquier parte de esta obra se puede reproducir sin autorización
pero con el reconocimiento y atribución de los autores.

No se puede hacer uso comercial de la obra y no se puede alterar, transformar o hacer obras derivadas.

Esta Tesis Doctoral está depositada en el Repositorio Institucional de la Universidad de Málaga (RIUMA): riuma.uma.es





UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA



Escuela de Doctorado

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y ORIGINALIDAD DE LA TESIS PRESENTADA PARA OBTENER EL TÍTULO DE DOCTOR

D.ISMAEL GÁLVEZ FERNÁNDEZ

Estudiante del programa de doctorado EDUCACIÓN Y COMUNICACIÓN SOCIAL de la Universidad de Málaga, autor de la tesis, presentada para la obtención del título de doctor por la Universidad de Málaga, titulada: ESTRATEGIAS PARA LA PÉRDIDA DE PESO EN JÓVENES ADULTOS CON SOBREPESO Y OBESIDAD

Realizada bajo la tutorización de JOSÉ CARLOS FERNÁNDEZ GARCÍA y dirección de JOSÉ CARLOS FERNÁNDEZ GARCÍA Y JUAN GAVALA GONZÁLEZ

DECLARO QUE:

La tesis presentada es una obra original que no infringe los derechos de propiedad intelectual ni los derechos de propiedad industrial u otros, conforme al ordenamiento jurídico vigente (Real Decreto Legislativo 1/1996, de 12 de abril, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Propiedad Intelectual, regularizando, aclarando y armonizando las disposiciones legales vigentes sobre la materia), modificado por la Ley 2/2019, de 1 de marzo.

Igualmente asumo, ante a la Universidad de Málaga y ante cualquier otra instancia, la responsabilidad que pudiera derivarse en caso de plagio de contenidos en la tesis presentada, conforme al ordenamiento jurídico vigente.

En Málaga, a 30 de Abril de 2020

Fdo.:



EFQM  **AENOR**



Edificio Pabellón de Gobierno.
Campus El Ejido.
29071

Tel.: 952 13 10 28 / 952 13 14 61 /
952 13 71 10

E-mail: doctorado@uma.es -



UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA

El Prof. Dr. José Carlos Fernández García, Profesor Titular de Universidad y adscrito al Departamento de Didáctica de las Lenguas, las Artes y el Deporte de la Universidad de Málaga:

AUTORIZA

La presentación de la Tesis Doctoral, realizada por **D. Ismael Gálvez Fernández**, con el título «**Estrategias para la pérdida de peso en jóvenes adultos con sobrepeso y obesidad**», de la cual he sido Director, siendo proyectada, desarrollada y redactada bajo mi supervisión, para la obtención del Grado de Doctor por la Universidad de Málaga.

Y para que surtan los efectos oportunos donde proceda, al interesado, firmo la presente en Málaga a 24 de abril de 2020.

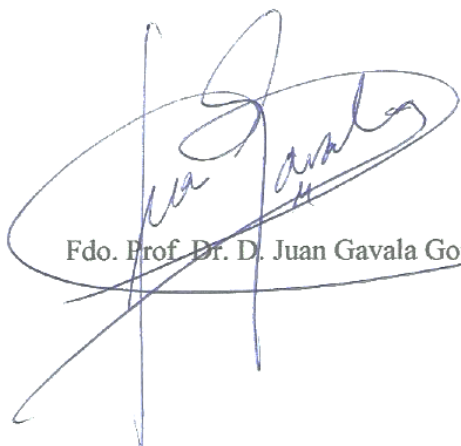


Dr. D. Juan Gavala González, profesor del Departamento de Educación Física y Deportes de la Universidad de Sevilla

AUTORIZA

La presentación de la Tesis Doctoral realizada por D. Ismael Gálvez Fernández con el título “ESTRATEGIAS PARA LA PÉRDIDA DE PESO EN JÓVENES ADULTOS CON SOBREPESO Y OBESIDAD”, de la cual he sido co-director, siendo proyectada, desarrollada y redactada bajo mi supervisión para la obtención del Grado de Doctor por la Universidad de Málaga.

Y para que conste, y surta los efectos oportunos allá donde proceda, firmo la presente en Sevilla a 21 de abril de 2020



Fdo. Prof. Dr. D. Juan Gavala González

A mis padres.
Por haber sido mi gran apoyo a lo largo de la vida.

Agradecimientos

Quiero agradecer el esfuerzo y ayuda que de forma desinteresada me han mostrado un gran número de personas en este proceso, contribuyendo de una u otra forma a lograr este sueño.

A mis Directores de Tesis, por la confianza que depositaron en mi al inicio de este proyecto tan ambicioso y por el apoyo que siempre me han estado transmitiendo. Con sus consejos y su ayuda me han transmitido la pasión que tienen por la investigación y la forma de poder aportar nuestro granito de arena a la ciencia.

Al Instituto Politécnico de Beja, por brindarme la oportunidad de realizar una estancia rodeado de grandísimos profesionales y aprender de todos y cada uno de ellos.

A mis padres, por su continua ayuda y confianza depositada en mi, porque siempre me han apoyado en todas y cada una de las decisiones. Me enseñaron que el que la sigue la consigue y que, aunque a veces nos encontremos piedras en el camino, éstas son meros obstáculos que hemos de superar para poder llegar a la ansiada meta.

A mi hermana por estar siempre ahí y ayudarme a resolver esos problemas técnicos que para ella eran muy sencillos pero que para mí no.

A mi pareja por acompañarme en todos esos largos viajes que he tenido que hacer y que se hacían más amenos gracias a ella y por el continuo apoyo y motivación que siempre me ha transmitido, sobre todo en los momentos más difíciles.

A mis amigos por estar siempre apoyándome y animándome a realizar esta tesis que tanto esfuerzo y sacrificio me ha costado.

A ProSalud Sport Centre y más concretamente a su director por cedernos las instalaciones y ayudarnos a grabar los diferentes videos que se utilizaron en algunas planificaciones.

Y a todos los participantes de esta investigación que permitieron que el estudio se llevara a cabo. Así como al personal de la UMA, del Laboratorio de la Facultad de Ciencias de

la Educación, el alumnado que participó en la investigación y a los compañeros del Máster que ayudaron en la evaluación.

¡MUCHAS GRACIAS A TODOS!

PRÓLOGO

Una vez finalizada mi formación académica en la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad de Cádiz, continué mis estudios realizando el Máster en Profesorado de Educación Secundaria y los cursos de doctorado correspondientes al Programa de Investigación en Actividad Física y Deporte en la Universidad de Málaga. Gracias a toda esta formación previa he tenido la oportunidad de poder llevar a cabo este proyecto.

El camino para llegar hasta aquí no ha sido fácil, atravesando lesiones, enfermedades y no pudiendo acceder al programa cuando hubiera deseado. Pero todo esto no ha servido más que para motivarme e intentar llegar a la meta con el mayor entusiasmo posible. Siempre he tenido un especial interés por el sobrepeso y la obesidad, y con la forma a través de la cual podría contribuir a que el porcentaje de personas con este problema fuese cada vez menor o al menos no cada vez mayor.

Por esta razón, comencé a realizar diversas revisiones de la bibliografía existente para poder determinar la población en la que íbamos a llevar a cabo nuestra investigación. Existen muchos estudios sobre como tratar a personas con sobrepeso y obesidad, en los cuales se realizan programaciones de entrenamiento y diversas tipologías de dietas. También otros muchos en los que se realizan programas mixtos de entrenamientos. Pero no existe apenas literatura de como afecta al sobrepeso y la obesidad en adultos jóvenes un único programa de entrenamiento, basado en una sola metodología y no interviniendo en la dieta. Es por ello por lo que decidimos comenzar el proyecto investigación REPHASSO (REchazando Por Hábitos Saludables al Sobrepeso y la Obesidad), para comparar en que programa de entrenamiento de doce semanas se obtienen unos mejores resultados.

RESUMEN

Según la Organización Mundial de la Salud en el mundo se calcula que hay alrededor de 300 millones de personas obesas y 1.000 millones con sobrepeso, estos datos permiten clasificar a la obesidad como la epidemia del siglo XXI, convirtiéndose en uno de los problemas sanitarios más preocupantes de la humanidad no solo para el presente sino también el futuro. En España, según los datos del Instituto Nacional de Estadística, en su informe de 2017, la tasa de sobrepeso en mujeres de 18-25 años es del 15% y el de obesidad del 7,9%. Mientras que en hombres del mismo grupo de edad es del 19,6% y el de obesidad del 8,4%.

Entre los factores de riesgo para las enfermedades no transmisibles, la obesidad suscita especial preocupación, pues puede anular muchos de los beneficios sanitarios que han contribuido a la mejora de la esperanza de vida. La obesidad es un factor de riesgo para muchos ámbitos de la salud, incluyendo la depresión, enfermedades cardiovasculares, cánceres, la diabetes tipo 2, complicaciones pulmonares tales como asma, apnea del sueño e hipertensión. La inactividad física y los hábitos alimenticios son los principales factores que contribuyen a que los adultos jóvenes tengan sobrepeso u obesidad. Por lo tanto, son la actividad física y la dieta donde se centran los esfuerzos de tratamiento y prevención del sobrepeso y la obesidad. La mayoría de la bibliografía consultada realizan programas mixtos de entrenamiento y algunas modificaciones en la alimentación. Pero no existe apenas bibliografía que se centre exclusivamente en un programa de entrenamiento y que no interfiera en la alimentación en este tipo de población.

El objetivo general de la presente tesis doctoral es comprobar cuál de las planificaciones de ejercicio físico propuestas provoca una mayor mejora en la condición física, composición corporal y gasto metabólico en jóvenes adultos con sobrepeso y/u obesidad.

La memoria de esta Tesis Doctoral está compuesta por un compendio de cinco artículos publicados en diferentes revistas científicas, en los cuales se muestran los resultados obtenidos tras la puesta en práctica de dos programas de entrenamiento.

PALABRAS CLAVE: sobrepeso, obesidad, adultos jóvenes, entrenamiento

ABSTRACT

According to the World Health Organization, it's estimated that there are around 300 million obese people and 1 billion overweight in the world, this data allows us to classify obesity as the epidemic of the 21st century, becoming one of the problems sanitary most worrying of humanity not only in the present but also in the future. In Spain, according to the data from the National Institute of Statistics, in its 2017 report, the overweight rate in women aged 18-25 is 15% and the obesity rate is 7.9%. While in men of the same age group it's 19.6% and that of obesity is 8.4%.

Among the risk factors for noncommunicable diseases, obesity raises special concern, as it can nullify many of the health benefits that have contributed to the improvement of life expectancy. Obesity is a risk factor for many areas of health, including depression, cardiovascular disease, cancers, type 2 diabetes, lung complications such as asthma, sleep apnea and hypertension.

Physical inactivity and eating habits are the main factors that contribute to young adults becoming overweight or obese. Therefore, it's the physical activity and diet that focus efforts on treatment and prevention of overweight and obesity. Most of the bibliography consulted carry out mixed training programs and some modifications in the diet. But there is hardly any bibliography that focuses exclusively on a training program and doesn't interfere with food.

The general objective of the research is to verify which of the training plans carried out causes greater improvements in body composition and metabolic expenditure in the different overweight or obese subjects.

The report of the doctoral thesis project is composed of a compendium of articles that use different training programs.

KEYWORDS: overweight, obesity, young adults, training

ÍNDICE

	<i>pág.</i>
<i>Índice de abreviaturas</i>	17
<i>Índice de tablas</i>	19
<i>Índice de figuras</i>	21
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	23
1. Historia de la obesidad	25
1.1 La obesidad en la Prehistoria	25
1.2 La obesidad en la Edad Antigua	26
1.3 La obesidad en la Edad Media	28
1.4 La obesidad en la Edad Moderna	28
1.5 La obesidad en la Edad Contemporánea	30
2. La obesidad en la actualidad	33
CAPÍTULO II. JUSTIFICACIÓN, OBJETIVOS E HIPÓTESIS	57
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA	71
1. Sujetos	73
2. Diseño	74
3. Procedimiento	78
4. Instrumentos	83
4.1 Tallímetro	83
4.2 Báscula	83
4.3 Densitómetro	84
4.4 Cajón sit and reach	84
4.5 Plataforma plate-tapping	85
4.6 Tensiómetro	86
4.7 Dinamómetro	86
5. Protocolos	87
5.1 Medidas básicas	87
5.1.1 Estatura en bipedestación	87
5.1.2 Peso	88
5.2 Densitometría	88
5.3 Tests de condición física	89
5.3.1 Ruffier test	89

5.3.2	Plate-tapping test	90
5.3.3	Test de dinamometría manual	90
5.3.4	Sit and reach test	91
6.	Análisis de datos	92
CAPÍTULO IV. RESUMEN GLOBAL DE LOS RESULTADOS		95
1.	Introducción	97
1.1	Estudio I	99
1.2	Estudio II	102
1.3	Estudio III	105
1.4	Estudio IV	108
1.5	Estudio V	112
1.6	Otros resultados	118
CAPÍTULO V. DISCUSIÓN		119
CHAPTER VI. CONCLUSIONS		129
CAPÍTULO VII. LIMITACIONES DEL ESTUDIO		133
CAPÍTULO VIII. FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN		137
CAPÍTULO IX. ESTUDIOS INTEGRANTES DE LA INVESTIGACIÓN		141
Estudio I. Effects of twelve weeks program of aerobic training in young male		
Estudio II. Estudio longitudinal sobre la pérdida de peso en mujeres jóvenes		
Estudio III: Modificación de la composición corporal y del gasto energético en mujeres jóvenes tras un programa de entrenamiento aeróbico		
Estudio IV. Energy expenditure and weight loss with aerobic exercise: A longitudinal study in young adults		
Estudio V. Longitudinal study of body composition and energy expenditure in overweight or obese young adults.		

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

AT: Aerobic training

BMI: Body mass index

CG: Control group

DEXA: Densitometría radiológica de doble energía

EA: Entrenamiento aeróbico

EF: entrenamiento de fuerza

ENSE: Encuesta Nacional de Salud de España

GC: Grupo control

IMC: Índice de masa corporal

OMS: Organización Mundial de la Salud

RPE: Percepción subjetiva del esfuerzo

ST: Strength training

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación de la OMS sobre el estado nutricional de acuerdo con el IMC. (OMS, 2018)

Tabla 2. Artículos analizados

Tabla 3. Escala de Börg (Alvero, 2018)

Tabla 4. Escala de Börg modificada (Alvero, 2018)

Tabla 5. Diseño de la planificación del grupo de EA durante la fase experimental

Tabla 6. Diseño de la planificación del grupo de EF durante la fase experimental

Tabla 7. Artículos que componen la investigación

Tabla 8. Estadísticos de la muestra de estudio ($n=21$), en las dos tomas de datos ($\text{media} \pm \text{DS}$)

Tabla 9. Estadísticos descriptivos ($n=14$) y de contraste ($M \pm \text{DS}$)

Tabla 10. Estadísticos descriptivos y de contraste ($\text{Media} \pm \text{Desviación Standard}$) de los METS ($n=14$)

Tabla 11. Estadísticos descriptivos ($\text{Media} \pm \text{Desviación Standard}$) y de contraste de las variables antropométricas ($n=21$)

Tabla 12. Medias ajustadas para grupo control, grupo aeróbico y grupo de fuerza de cada variable dependiente, estadísticas F y valor p

Tabla 13. Análisis estadístico: prueba de comparación múltiple de Bonferroni

Tabla 14. Análisis estadístico: IPAQ-SF. Comparación de dos muestras relacionadas: medias (METS-min / semana) y prueba de Wilcoxon

Tabla 15. Comparación de hombres y mujeres de la composición corporal

Tabla 16. Comparación de hombres y mujeres del gasto energético

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Venus de Willendorf

Figura 2. Venus de Laussel

Figura 3. Venus de Lespugue

Figura 4. Las tres gracias, Pedro Pablo Rubens, 1639

Figura 5. Población mundial mayor de edad con normopeso o sobrepeso (OMS,2016)

Figura 6. Población mundial mayor de edad con sobrepeso u obesidad (OMS,2016)

Figura 7. Población Española mayor de edad con normopeso o sobrepeso (ENSE,2017)

Figura 8. Diagrama de flujo del estudio

Figura 9. Captura de pantalla de la planificación del EF

Figura 10. Tallímetro con precisión 1 mm

Figura 11. Báscula con precisión 100 gr

Figura 12. Equipo de densitometría radiológica de doble energía

Figura 13. Cajón para medir el Sit and reach test

Figura 14. Plataforma para realizar el Plate-tapping test

Figura 15. Tensiómetro

Figura 16. Dinamómetro manual

Figura 17. Plano de frankfort

Figura 18. Test de Ruffier

Figura 19. Plate-tapping test

Figura 20. Test de dinamometría manual

Figura 21. Test de sit and reach

Figura 22. Compilación de los gráficos comparando el antes y el después de las variables estudiadas

Figura 23. Compilación de los gráficos comparando pretest y posttest de las variables estudiadas

Figura 24. Compilación de los gráficos comparando pretest y posttest de las diferencias en METS de los diferentes tipos de intensidades de las actividades y el total

Figura 25. METS totales pretest y posttest

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

INTRODUCCIÓN

1. Historia de la obesidad

1.1 La obesidad en la prehistoria

Según Delgado (2011) la Prehistoria comprende un periodo de la Humanidad que abarca desde los orígenes hasta el inicio de la escritura aproximadamente. La obesidad siempre ha estado presente a lo largo de la historia, y es que en la prehistoria es donde encontramos diversos indicios de la posible existencia de obesidad, debido al descubrimiento de estatuas de la Edad de Piedra en las que la figura femenina es representada con un gran volumen en sus curvas. Entre estas imágenes, una de las más conocidas es la Venus de Willendorf, (figura 1). Como se puede observar, la estatua posee un gran volumen, con unas grandes mamas y una zona central muy pronunciada. Diversos historiadores determinan que esta figura puede ser un símbolo de maternidad al igual que otras figuras como son la Venus de Laussel (figura 2) o de Lespugue (figura 3).



Figura 1. Venus de Willendorf

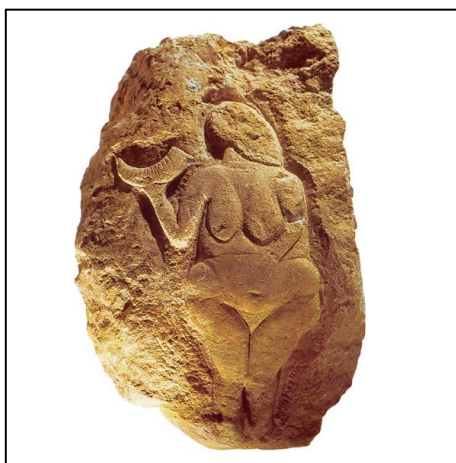


Figura 2. Venus de Laussel

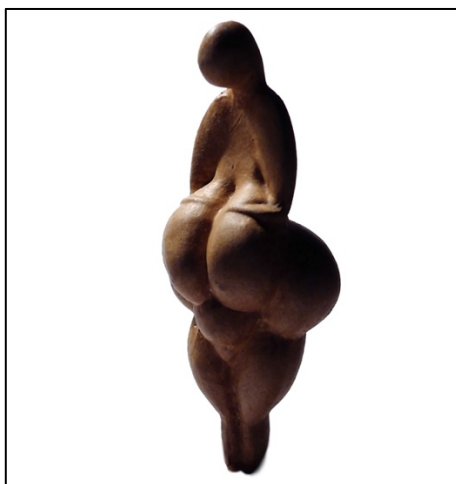


Figura 3. Venus de Lespugue

1.2 La obesidad en la Edad Antigua

Siguiendo a Delgado (2011) después de la Prehistoria pasamos a la Edad Antigua en la cual encontramos tres grandes civilizaciones: la civilización egipcia, griega y romana. Dentro de la civilización egipcia, la obesidad se encontró de varias formas entre las que se puede destacar la existencia de aterosclerosis, descubierta en la cultura egipcia hace más de 4000 años a través de las autopsias de las momias (Vélez, Rojas, Borrero y Restrepo, 2006).

Respecto a la dieta, en esta época era muy variada y de buena calidad, destacando que sufrían obesidad sobre todo personas de rango social elevado debida en gran parte a la excesiva ingesta de alimentos. Pero en esta época también son conscientes de como

debían de ser las dietas bien equilibradas, ya que también hay constancia de la existencia de delgadas siluetas de los nobles y funcionarios (Hoebel et al., 2019).

En la civilización griega nos encontramos a Hipócrates, el cual es reconocido como la gran figura de la medicina griega, y que fue el primero que asoció la obesidad y la muerte súbita hace más de 2000 años. También indica que los humanos tenemos una tendencia natural a engordar y que las personas que tienen un peso por encima de lo normal suelen fallecer antes que las que poseen un normopeso (Grandet, 1993; Williams, Anderson, y Rawson, 2003).

Según Moreno y Álvarez (2000) en esta época ya destacaban la importancia de realizar actividad física ya que indicaban que los obesos y aquellos que desean perder peso deberían llevar a cabo unos fuertes ejercicios antes de la comida. Por otro lado, según estos autores, Platón indica que una dieta equilibrada es aquella que contiene cantidades moderadas y que aporte la mayor cantidad de nutrientes posibles y al igual que Hipócrates asocia una mala alimentación con la obesidad y con una disminución en la esperanza de vida.

Por último, en la civilización romana podemos destacar a Galeno, que a pesar de nacer en Grecia reside en Roma durante toda su vida convirtiéndose en uno de los personajes más importantes dentro de la Medicina de esa época y de la historia. En su tratado, Galeno indica que existen dos tipos de obesidad: la obesidad moderada y la inmoderada. Siendo la primera de ellas, la obesidad natural y la inmoderada: la obesidad mórbida. Dentro de su libro «De Sanitate Tuenda», expone que: *«El arte higiénico promete mantener en buena salud a aquellos que lo obedecen, pero no así a aquellos que no lo hacen»*. (Moreno et al., 2000) Es decir, que para él la obesidad iba relacionada directamente con un estilo de vida inadecuado. Por ello, con sus consejos, intenta corregir este estilo de vida relacionando la alimentación y la actividad física como factores de los que depende la obesidad. De este modo comenta: *«Yo he conseguido adelgazar a un paciente obeso en un tiempo breve aconsejándole que corriera velozmente»*. Tras el ejercicio, *«...le di abundante comida poco nutritiva a fin de saciarle y de que aquella se distribuyera poco en el cuerpo entero»*. (Moreno et al., 2000).

Por tanto, de estas civilizaciones, podemos considerar a los griegos y a los romanos como los pioneros en la dieto-terapia. Destacando entre ellos a Hipócrates ya que fue el primero de los grandes médicos que tuvo gran interés por la Nutrición (Salas-Salvadó, García-Lorda, y Sànchez-Ripollès, 2005).

1.3 La obesidad en la Edad Media

Posteriormente, en la Edad Media, la «glotonería» era algo común entre los nobles, ya que para ellos era un signo tangible de bienestar. Ante este hecho, la Iglesia Católica decide desaprobala y la determinó como pecado venial (la Gula). Ésta era condenada con dureza, hasta tal punto que San Agustín en el siglo V y Gregorio I en el siglo VII, decidieron incorporar la gula entre los siete pecados capitales. Si bien, en el siglo XIII el Papa Inocencio III firma una bula recriminando la obesidad entre los clérigos (Rodríguez, García y Ponce, 2003).

Dentro de la cultura árabe, destaca Ibn Sina, quien fue el médico más prestigioso de esta época. Escritor de varios libros, dedica en su libro «el canon de la medicina» a la obesidad, en el cual entre otras afirmaciones se pueden encontrar las siguientes: *«la obesidad severa restringe los movimientos y maniobras del cuerpo, los conductos de la respiración se obstruyen y no pasa bien el aire, estos pacientes tienen un riesgo de muerte súbita»* (citado por Couch, Thomas, Lewis, Blood, Holland y Komesaroff, 2016).

1.4 La obesidad en la Edad Moderna

Pasamos a la Edad Moderna donde, aunque ya se hablaba de «glotonería», no es hasta la cultura cristiana cuando aparece la estigmatización de este término y de la obesidad. A fines del siglo XV en Europa había mayor disponibilidad de comida y la glotonería ya se relacionaba claramente con la obesidad (Rodríguez, García y Ponce, 2003). Posteriormente, en los siglos XVI-XVII, el sobrepeso y la obesidad, al igual que en siglos anteriores, también fueron considerados como símbolos de fecundidad, atractivo sexual, salud y bienestar (Bray, 1990). En contraposición, es durante estos siglos cuando aparecen publicados los primeros tratados sobre aspectos clínicos del sobrepeso y obesidad (Moreno y Álvarez, 2000).

Según Rosenberger (2011), en el siglo XVII se funda la escuela Iatroquímica, rama de la ciencia que unía la química y la medicina con el objetivo de dar explicaciones químicas a los diferentes procesos tanto patológicos como fisiológicos que se desarrollaban en el cuerpo humano. Entre los galenos que formaban parte de esta escuela, se destaca a Jan Baptiste Helmont, uno de los más importantes médicos flamencos de la historia, que relacionó en las teorías Iatroquímicas con la obesidad. En esta época se sigue manteniendo la concepción de que el sobrepeso y la obesidad eran símbolos de salud y bienestar, atractivo sexual y fecundidad (Hoebel et al., 2019). Basta con observar las producciones artísticas de la época donde muchos artistas plasman las figuras humanas con una clara tendencia a las formas redondas que den cuenta de los atributos anteriormente mencionados. Entre todas ellas, se destaca la de «Las tres gracias» (figura 4) de Pedro Pablo Rubens realizada en 1639. Para poder ser una modelo de este autor, la mujer debía pesar como mínimo 90 kilogramos. De esta forma podemos observar como tenían una concepción positiva del sobrepeso y de la obesidad tanto a nivel cultural como a nivel social (Rosenberger, 2011).



Figura 4: Las tres gracias, Pedro Pablo Rubens, 1639

Según Powers (1980), en siglo XVIII crece el interés por el tema de la obesidad, aumentando también el número de monografías y tesis doctorales publicadas. Destacando por un lado a Short, quien publicó la primera monografía exclusivamente dedicada a la obesidad. En ella afirma que el sedentarismo es una de las principales causas de obesidad. Del mismo modo, la ingesta de ciertos alimentos como sustancias ricas en aceite, dulces

y grasas también contribuyen a la obesidad. Nuevamente, se produce la relación de ésta con la pereza y la glotonería (Bray, 1990). Y por otro lado a Flemyng, quien al igual que Short, consideró como enfermedad a la obesidad severa, basándose en que cuando se sufre dicha enfermedad las funciones del cuerpo quedan limitadas y que además, a través de la producción de peligrosas alteraciones puede llegar a acorta la vida (Short, 2018).

Flemyng (2018), indica que las causas de la obesidad son cuatro. La primera va en consonancia con el exceso de comida ingerida, y más concretamente con la de tipo graso. Aunque también indica que no todas las personas obesas comen de forma excesiva. Mientras que las otras tres causas de la obesidad estuvieron condicionadas por teorías vigentes en aquella época. La segunda era un anormal estado de la sangre que facilitaría el depósito de la grasa, la tercera una alteración en la textura de la membrana celular y la cuarta una evacuación defectuosa. En su monografía «A Discourse on the Nature, Causes, and Cure of Corpulency», el autor da diversos consejos terapéuticos sobre como combatir la «corpulencia» basándose en las causas que creía responsables.

En 1765 Morgagni enuncia la teoría anatomopatológica de la enfermedad como consecuencia de la minuciosa observación de las vísceras que realizó, siendo a partir de entonces cuando intenta relacionar los hallazgos con la presentación clínica de las enfermedades (Flemyng, 2018).

1.5 La obesidad en la edad contemporánea

En la edad contemporánea el interés por la obesidad era contrastable con el gran número de publicaciones que tratan este tema y por el considerable aumento de monografías. Tras los treinta primeros años del siglo XX se produjeron en Alemania grandes avances en la medicina debido a los estudios realizados en laboratorios (Bray, 1990). En esta época podemos destacar a Hassall, con su monografía «Observations on the development of the fat vesicle», en la cual defiende la teoría de que algunos tipos de obesidad podían depender de un aumento del número de células adiposas. Esta teoría tuvo un gran prestigio a lo largo de gran parte del siglo XX (Enzi, Busetto, Inelmen, Coin, y Sergi, 2003).

Otro de los grandes nombres de la época es el de Adolphe Quételet quien gracias a sus grandes conocimientos sobre estadística, matemáticas y sociología publica su obra «Sur l'homme et le développement de ses facultés: essai de physique sociale», en la cual indica que en función de la estatura (kg/m^2) debía de tener un peso u otro. Este fue conocido como el índice de Quételet, que aunque en un principio fue olvidado y no vuelto a usar hasta mitad del siglo XX, hoy en día es lo que se denomina índice de masa corporal (en adelante, IMC). Este índice es usado actualmente como medición de la obesidad en estudios epidemiológicos y clínicos, aunque en un principio fue olvidado y no fue recuperado hasta muy avanzado el siglo XX (Quetelet, 1835).

El ideal de belleza femenina siguió durante todo el siglo XIX vinculado a siluetas con formas redondeadas, como ejemplo de ello se pueden observar diversos textos literarios de Scott y de Walken, más en concreto en «Beauty illustrated chiefly by an analysis and classification of beauty in women». Donde se hace referencia a la belleza de la mujer de grandes dimensiones y silueta redondeada. (Rodríguez, García, y Ponce, 2003; Hoebel et al., 2019). A principios del Siglo XX, en función de los factores endógenos predominantes y los factores exógenos comienza a clasificarse la obesidad como endógena o exógena. Mientras que a la par también se identifican algunos tipos especiales de obesidad, destacando los causados por hormonas (Williams, et al., 2003).

Marañón, además de ser el creador de la Endocrinología en España, también ha sido el mayor representante español en el ámbito de la obesidad, destacando entre otros textos, su monografía «Gordos y flacos». Aquí expone los conocimientos etiopatogénicos sobre la obesidad de la época y aunque un poco cegado por su especialidad en el sistema endocrino, admite la multifactorialidad. También describe el síndrome metabólico, resalta la importancia de perder peso para mejorar el estado de salud y bienestar e insiste en la importancia de la prevención de la obesidad. De esta forma nos indica; «*El obeso adulto, constituido, debe tener en cuenta que un adelgazamiento no será obra de un plan médico, sino de un cambio total de régimen de vida*». (Marañón, 1936).

En Francia destaca la figura del endocrinólogo Vague, quien realizó una descripción muy precisa del que actualmente conocemos como síndrome metabólico, vinculado a la distribución topográfica androide o central de la grasa. La primera descripción la realizó en su trabajo «*La differentiation sexuelle, facteur déterminant des formes de l'obésité*»

(Gasteyger y Tremblay, 2002). A pesar de que este y otros trabajos posteriores que definían claramente la obesidad androide, no fue ampliamente reconocida por la comunidad científica internacional hasta que en 1989 la aceptaron los National Institutes of Health de Estados Unidos.

A partir de la segunda mitad del siglo XX, la lucha contra la obesidad ha aumentado, pero a pesar de los esfuerzos realizados, los resultados obtenidos no han sido muy buenos ya que se ha demostrado que la mayoría de los sujetos vuelven a recuperar el peso que previamente habían perdido. Por ello, para el tratamiento de la obesidad, tanto la buena alimentación, como el aumento de la actividad física siguen siendo las recomendaciones recomendadas, siguiendo por tanto la misma línea de épocas más antiguas (Williams, et al., 2003). Además de estas recomendaciones, la modificación en la conducta, el tratamiento psicológico y la utilización de fármacos son otras opciones que pueden ser útiles en algunos pacientes concretos. En casos específicos de obesidad mórbida la opción de realizar una cirugía bariátrica ha ido aumentando de forma paralela al aumento de prevalencia de obesidad tanto a finales del siglo XX y como en el inicio del siglo XXI. Aunque se ha de resaltar que el creciente uso de esta cirugía tan agresiva es un exponente del fracaso de los tratamientos médicos (Noack et al., 2016).

Zhang et al. (1994) descubren y describen el gen *ob* en el ratón, la leptina, la proteína que codifica, y el gen homólogo en el ser humano. Cuando un ratón tiene el gen *ob* mutado y sin leptina, entonces padece obesidad, hiperfagia, dislipemia, hiperinsulinemia y diabetes (Zhang et al. 1994). Pero esta situación no es irreversible, sino que, aumentando los niveles de leptina en estos animales, se revierte la situación. Este descubrimiento trajo consigo un gran número de publicaciones, a través de las cuales se consigue avanzar no sólo en el conocimiento de los efectos reguladores de la leptina sobre el apetito, sino también, en conocer que es un identificador del déficit nutricional y del nivel de reservas energéticas en animales (Aguilar et al., 2011; Goldenberg, Santos, Hodgson, y Cortés, 2014). Sin embargo, en los humanos es diferente, ya que se descubre que los pacientes obesos padecen hiperleptinemia y que por tanto no se podía revertir la obesidad con tanta facilidad.

En 1994 la cantidad de genes que se descubrieron era muy reducida, mientras que actualmente tras realizar muchos estudios tanto genéticos como de escaneo genómico en

animales y humanos se puede afirmar que existen más de cuatrocientos genes que pueden estar relacionados con una mayor o menos predisposición a padecer obesidad (Snyder et al., 2004; Yilmaz et al., 2015). En la Unión Europea en 1999 se publica la Declaración de Milán en la que se indica que la Obesidad es un trastorno básico y que a través de ellas se pueden desarrollar comorbilidades de todo tipo (cardíacas, reumatológicas, digestivas, endocrinas, etc.). En mayo del 2004, la Organización Mundial de la Salud (en adelante, OMS), aprueba llevar a cabo la Estrategia Mundial sobre Régimen Alimentario, Actividad Física, y Salud, (OMS, 2005), coincidiendo con el momento a partir del cual empieza a considerarse a la obesidad como la «epidemia del siglo XXI» (OMS, 2004).

Desde el comienzo del siglo XXI es realmente preocupante el incremento de la obesidad y lo peor de todo esto es que no solo aumenta en la población adulta, sino que ha habido un gran incremento en la obesidad juvenil e infantil. Todo ello va asociado a un incremento de las comorbilidades asociadas, entre la que destaca la diabetes mellitus tipo 2. Por estos motivos es por lo que como se ha mencionado previamente, la OMS considera a la obesidad como la «epidemia del siglo XXI» y junto a otras instituciones como por ejemplo la Sociedad Española para el Estudio de la Obesidad, lidera la llamada internacional para luchar contra el sobrepeso y la obesidad (Moreno et al., 2000; Rodríguez et al., 2003; Salas-Salvadó et al., 2005).

2. La obesidad en la actualidad

Según la OMS el sobrepeso y la obesidad se definen como una acumulación anormal o excesiva de grasa que puede ser perjudicial para la salud. Actualmente la obesidad es considerada como una enfermedad crónica causada principalmente por el desequilibrio existente entre la cantidad de energía ingerida y la cantidad de energía eliminada, y que como consecuencia provoca un aumento del tejido adiposo (OMS, 2018). Además, está asociada a un alto grado de inflamación y oxidación pudiendo determinar serios problemas en la salud y aumento de la mortalidad (Sánchez-Cruz, Jiménez-Moleón, Fernández-Quesada y Sánchez, 2012).

La OMS considera que tener sobrepeso u obesidad son condiciones médicas en las que se presenta un exceso de acumulación de grasa corporal que puede tener efectos perjudiciales para la salud (OMS, 2018). Según Gomez-Ambrosi, Silva y Galofre (2012)

Indican que los puntos de corte de porcentaje de masa grasa más habituales para definir el sobrepeso son 20.1% y 30.1% de masa grasa corporal total, y para definir la obesidad 25% y 35%, para hombres y mujeres, respectivamente.

De acuerdo con la OMS, el IMC es un indicador simple de la relación entre la masa corporal y la altura, que se utiliza para identificar el sobrepeso y la obesidad en personas adultas y que se calcula dividiendo la masa corporal de una persona en kilogramos por el cuadrado de su altura en metros (kg/m^2). Se clasifica como sobrepeso los valores de IMC igual o superiores a 25 kg/m^2 y como obesidad el IMC igual o superior a 30 kg/m^2 (Tabla 1) (OMS, 2018). Actualmente, el IMC es la medida más útil para medir en la población el sobrepeso y la obesidad, puesto que es la misma para personas adultas de cualquier edad y sexo. Pero esto no significa que sea siempre fiable, ya que es posible que no se corresponda con el mismo nivel de adiposidad en diferentes personas, ya que no distingue la masa muscular de la grasa, siendo por ello considerada a título indicativo. Se recomienda realizar otros análisis antropométricos como por ejemplo el de medir el perímetro de cintura como indicador de grasa visceral, para obtener información adicional sobre la composición corporal y poder detectar cambios en la misma (Tuttle, Montoye y Kaminsky, 2018). En Europa, los valores de perímetro de cintura mayores o iguales a 94 cm en hombres y mayores o iguales 80 cm en mujeres se asocian con obesidad central y el riesgo cardiovascular y metabólico más elevado (Yumuk, et al. 2015). A las mediciones antropométricas mencionadas para la valoración de la composición corporal se les puede añadir métodos más sofisticados como la Densitometría radiológica de doble energía (DEXA), o la impedancia bioeléctrica, que determina la proporción de masa corporal correspondiente a masa grasa midiendo el agua corporal correspondiente a masa muscular (Ramirez-Velez, et al. 2018).

Tabla 1. Clasificación de la OMS sobre el estado nutricional de acuerdo con el IMC. (OMS, 2018)

Categoría	IMC (kg/m²)
Masa corporal insuficiente	< 18.50
Normopeso	18.50 – 24.99
Sobrepeso	≥ 25.00
Grado I	25.00 – 27.49
Grado II	27.50 – 29.99
Obesidad	≥ 30.00
Grado I	30.00 – 34.99
Grado II	35.00 – 39.99
Grado III/Mórbida	≥ 40.00

Según la OMS, la obesidad es actualmente considerada como una enfermedad crónica, multifactorial, cuya prevalencia aumenta de forma progresiva y junto con el sobrepeso, afecta a más de la mitad de la población tanto en los países desarrollados como en los países emergentes o en vías de desarrollo, por lo que ha sido catalogada junto con la International Obesity Task Force como la epidemia del siglo XXI (OMS, 2018).

Desde un punto de vista antropológico, la alimentación deja de ser una necesidad básica para evitar la muerte como ocurría en la prehistoria, para pasar a convertirse en un medio de celebración o reunión social. Esto ocurre desde las bacanales que llevaban a cabo los romanos hasta nuestros días (González, 2000). La alimentación fue considerada como una fuente de nutrientes, la cual es la responsable de asegurarnos que vamos a tener la energía necesaria para poder sobrevivir. A lo largo de la historia existieron diferentes épocas de escasez, en las cuales era considerada como un bien escaso y se llevaba a cabo una alimentación poco nutritiva, además en algunos casos se llevaba a cabo una ingesta excesiva que ocasionaba obesidad en poco tiempo, para de esta forma reservar grasa como recurso para los posibles periodos de escasez venideros (Martín-Loeches, 2008). Pero por otro lado, desde la Grecia Arcaica se celebraban un gran número de banquetes, sobre todo la aristocracia. Dichos banquetes habitualmente eran realizados por algún tipo de celebración social, y en ellos había una gran variedad y cantidad de comida, por lo que es otra vía por la que se contribuía al aumento de sobrepeso y obesidad. Estos banquetes siguen realizándose hoy en día, ya que para cualquier evento social o celebración se suele realizar una comida o cena en forma de banquete (González, 2000).

La obesidad de una u otra forma ha estado presente a lo largo de toda la historia de la humanidad, sobre todo desde el desarrollo agropecuario, con un cambiante significado social según las características y las condiciones de vida en los distintos momentos evolutivos de la misma (Delgado de Cantú, 2007). Las evidencias más recientes destacan que en los últimos 30 años, tanto en los países que se hallan en vías de desarrollo, cómo en los países desarrollados, la obesidad ha sufrido un aumento exponencial. Esta característica es la que ha llevado a la OMS a intervenir de forma activa, considerando la obesidad como una epidemia global o como la epidemia del siglo XXI.

En España se sigue la misma tendencia, y es que «las crecientes cifras de obesidad han afianzado el término «obesidad epidémica», creándose unidades de nutricionistas expertos como «Sociedad Española para el Estudio de la Obesidad», que la definen y configuran como una «alteración metabólica crónica y por tanto un importante problema de salud pública» (Argente del Castillo, 2014).

Teniendo en cuenta lo anterior, el tratamiento del sobrepeso y la obesidad se ha convertido uno de los grandes desafíos de la salud pública y la economía en este siglo, (Conroy et al., 2015; Delgado et al., 2015; Jakicic et al., 2015; Um, Krass, Armour, Gill, y Chaar, 2015), ya que esta patología ha alcanzado a aproximadamente el 30% de la población mundial (Dobbs et al., 2014; Jakicic et al., 2015; Jassil et al., 2015), con tendencia a alcanzar a la mitad de la población en 2030 (Jassil et al., 2015). Esto es debido al incremento progresivo de las personas con estilo de vida sedentario que acompaña a otros hábitos contribuyentes a una composición corporal con un porcentaje de tejido graso cada vez mayor (Conroy et al., 2015; Ross, Hudson, Stotz, y Lam, 2015).

Las consecuencias trascienden lo puramente estético para adquirir su auténtica dimensión en relación con las complicaciones tanto a nivel metabólico, cómo a nivel cardiovascular. Dichas consecuencias justifican sobradamente la convergencia de esfuerzos hacia la prevención primaria y secundaria, debiendo dirigirse la primera intervención, hacia la educación para el control ponderal que implique tanto a los individuos como a sus familias, siendo clave la terapia familiar para prevenir la obesidad en la infancia y adolescencia (Arrizabalaga et al. 2004; Márquez Rosa, y Garatachea Vallejo, 2009).

Según la OMS, en 2016, más de 1900 millones de adultos (de 18 o más años) tenían sobrepeso, de los cuales, más de 650 millones eran obesos (Figura 5). Alrededor del 13% de la población adulta mundial eran obesos y el 39% tenían sobrepeso (Figura 6). Además, entre 1975 y 2016 la prevalencia mundial de la obesidad se ha casi triplicado.

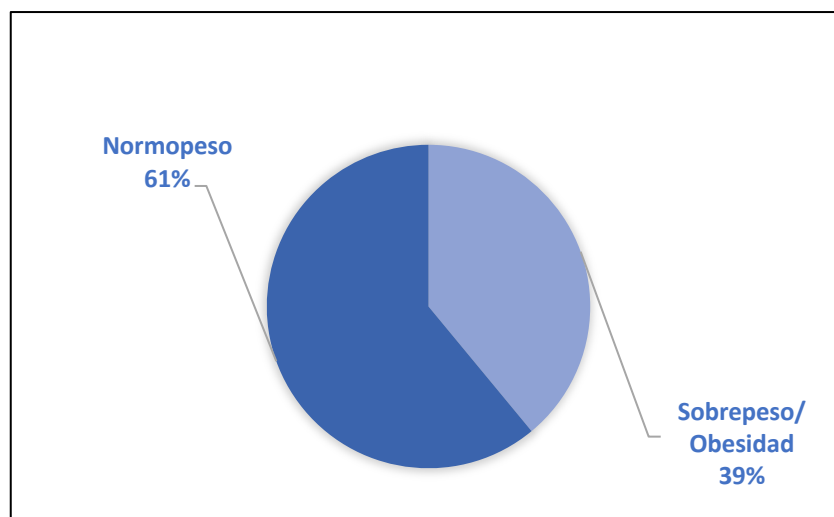


Figura 5. Población mundial mayor de edad con normopeso o sobrepeso (OMS, 2016)

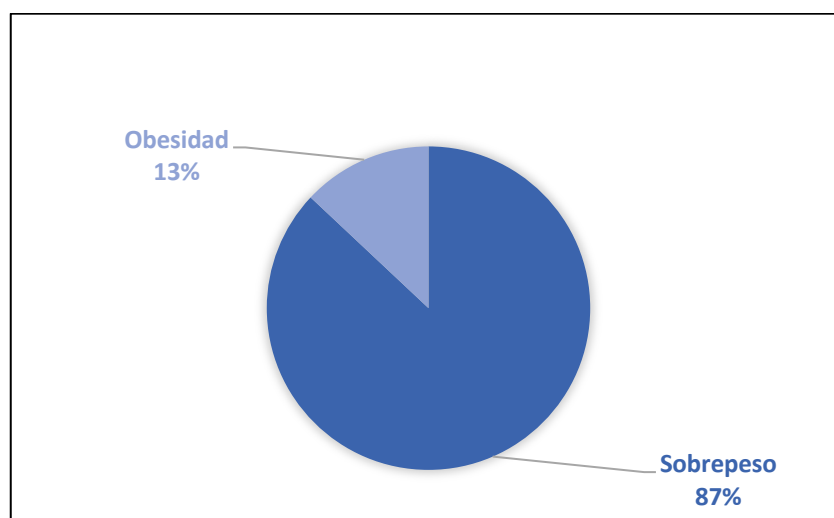


Figura 6. Población mundial mayor de edad con sobrepeso u obesidad (OMS, 2016)

Según los datos de la Encuesta Nacional de Salud de España (ENSE) del 2017, la obesidad en España sigue la misma tendencia mundial y es que actualmente afecta al 17,4% de la población adulta. Considerando la obesidad y el sobrepeso conjuntamente, más de la mitad (54%) de los adultos tiene exceso de peso (Figura 7).

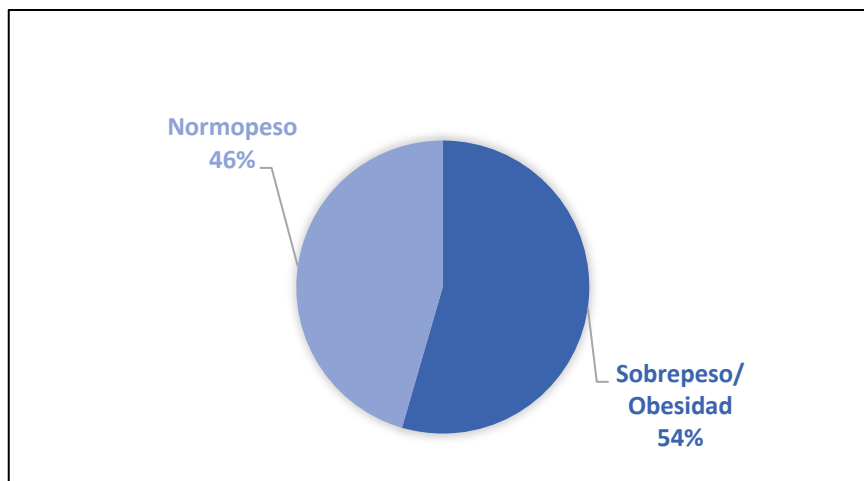


Figura 7. Población española mayor de edad con normopeso o sobrepeso (ENSE, 2017)

El aumento tanto del sobrepeso como de la obesidad que se ha ido desarrollando sobre todo en las últimas décadas es debido principalmente a dos factores; Por un lado, el gran consumo de alimentos hipercalóricos, ricos en grasas y azúcares, pero con escasas vitaminas, minerales y otros macronutrientes, y por otro lado a la disminución de actividad física, desencadenando esto en un estilo de vida cada vez más sedentario. (Landsberg et al., 2013).

Según la ENSE, en los últimos 30 años la prevalencia de obesidad en adultos se ha multiplicado por 2,4, del 7,4% en 1987 al 17,4% en 2017. A lo largo de estos años ha sido más frecuente en hombres que en mujeres, padeciendo actualmente obesidad un 18,2% y un 16,7% respectivamente. El sobrepeso, al igual que la obesidad, es más frecuente en hombres, pero la diferencia es mucho mayor (44,3% hombres y 30% mujeres) y se mantiene en todos los grupos de edad (ENSE, 2017).

Hoy en día existe un sólido respaldo científico que justifican los beneficios de la actividad física en la prevención y el tratamiento de enfermedades crónicas entre las que encontramos la obesidad y otras patologías asociadas a ella (Joseph et al., 2015; Delgado et al., 2015; Kim et al., 2015; Siu, Yu, Benzie, y Woo, 2015). Los niveles más altos de actividad física se asocian a una menor presencia de obesidad. Incluso si no se logra una pérdida significativa de peso mediante un programa de actividad física, ésta igualmente reportará beneficios para las personas con sobrepeso y obesidad. Entre los beneficios destacan un menor riesgo de desarrollar hipertensión, enfermedades cardiovasculares, diabetes, cáncer y depresión, así como un incremento de los niveles de colesterol de

lipoproteínas de alta densidad (HDL) y mejoras en la función inmune (Abe, De Hoyos, Pollock y Garzarella, 2002.; Conroy et al., 2015; Jakicic et al., 2015; Wallman et al., 2009). Sin embargo, está por determinarse la prescripción de actividad física que permita alcanzar los mejores beneficios para la salud (Ross., et al. 2015).

La obesidad está vinculada al 60% de las defunciones debidas a enfermedades no contagiosas. Es por ello por lo que las consecuencias de esta patología supera el ámbito estético para estar más presente en el ámbito de la salud, por lo que se justifica de esta forma la necesidad de unir esfuerzos para contribuir a la prevención primaria y secundaria. (Kushner, 2012; Jensen et al., 2014). Así, la obesidad, tiene para la sociedad importantes costes directos e indirectos que exigen múltiples recursos sanitarios y económicos, es responsable del 10-13% de las defunciones y del 2- 8% de los costes económicos en los países de la Unión Europea (Fruhbeck y Yumuk, 2014).

Para el tratamiento del sobrepeso y la obesidad en adultos se han utilizado diferentes procedimientos. Por un lado, programas de entrenamiento y alimentación, en los que no se determina si la pérdida de peso va asociada a la alimentación o al entrenamiento físico realizado (Maffioletti et al., 2005; Swendeman et al 2018; Dieli-Conwright, et al., 2018; Koehler y Drenowatz, 2019; Manz et al., 2019; Sánchez et al., 2019). Por otro lado, solo de alimentación (Anton et al., 2019; Leverrier, Daguet, Calame, Dhoye, y Kodimule, 2019; Tromba, Perla, Carbotta, Chiesa y Pacifico, 2019). Y por último exclusivamente de entrenamiento, siendo este último donde se va a centrar esta tesis.

Diferentes guías internacionales (American College of Sports Medicine, 2013; Mancia et al., 2013; Jensen et al., 2014; Eckel et al., 2014; Weber et al., 2014; Yumuk et al., 2015; Piepoli et al., 2016; Whelton et al., 2018) indican que para prevenir y tratar la obesidad se debe de modificar el estilo de vida y que para ello es necesario utilizar prioritariamente la actividad física. Existe una extensa bibliografía en cuanto al efecto que tiene el ejercicio físico en la composición corporal de personas con normopeso, sobrepeso u obesidad (Pang, Eng, Dawson y Gylfadóttir, 2006; Bolcani et al., 2012; Donnelly et al., 2013; Krüger et al., 2013; Conn et al., 2014; Franklin et al., 2015; Kostrzewa-Nowak et al., 2015; Schumann et al., 2015; Gálvez, 2017; Patel et al., 2017; Batrakoulis et al., 2018; Kolahduzi et al., 2018; Américo et al., 2019). El ejercicio físico contribuye a la reducción del perímetro de cintura, de la masa corporal total, masa grasa, porcentaje total de masa

grasa y de la adiposidad visceral. (Cornelissen y Fagard, 2005; Mancia et al., 2013; Pescaetllo, 2015; Piepoli et al., 2016).

Los tipos de entrenamiento más estudiados y recomendados son el entrenamiento aeróbico (en adelante, EA) (Kelley et al., 2001; Pang, Eng, Dawson y Gylfadóttir, 2006; Nishijima et al., 2007; Alves, Gale, Mutrie, Correia y Barry, 2009; Donnelly et al., 2013; Spinola, Fonseca-Alaniz, y Evangelista, 2014; Kostrzewa-Nowak et al., 2015; Myers, Schneider, Schmale y Hazell, 2015; Patel et al., 2017; Higa, Lehnig y Standford, 2018; Américo et al., 2019) y el entrenamiento de fuerza (en adelante, EF) (D'Antona et al., 2006; Bolcani et al., 2012; Krüger et al., 2013; Conn et al., 2014; Franklin et al., 2015; Schumann et al., 2015; Gálvez, 2017; Batrakoulis et al., 2018; Frantz et al., 2018; Ibrahim, Muhamad, Ogi, Meor-Osman y Chen, 2018; Kolahduzi et al., 2018; Kim y Lee, 2019). Dentro del EA se pueden diferenciar principalmente dos tipos; Por un lado, el entrenamiento aeróbico continuo, que es aquel en el que cuando se lleva a cabo en un periodo de tiempo determinado, de forma continua y a una intensidad moderada-vigorosa. Y por otro lado el entrenamiento aeróbico por intervalos o interválico, que es aquel en el que se alternan periodos de corta duración de ejercicio a una intensidad vigorosa con periodos de recuperación normalmente activa a una intensidad mucho menor (Piepoli et al., 2016). Dentro del EF existen diversos tipos entre los que destacan el de fuerza máxima, fuerza explosiva y fuerza resistencia. Y respecto al tipo de cargas utilizadas, se pueden usar unas cargas externas o utilizar su propio cuerpo, es decir autocargas. En las diferentes planificaciones usadas en nuestros estudios, se usan tan solo dos, por un lado, fuerza resistencia con autocargas y por otro entrenamiento aeróbico continuado.

Para el tratamiento del sobrepeso y la obesidad, la cantidad de actividad física que se realiza en la mayoría de guías de entrenamiento no varía en exceso, de hecho, es bastante similar (Mancia et al., 2013; Eckel et al., 2014; Jensen et al., 2014; Weber et al., 2014; Yumuk et al., 2015; Piepoli et al., 2016; Whelton et al., 2018). En ellas recomiendan por un lado realizar al menos ciento cincuenta minutos de ejercicio aeróbico de intensidad moderada, intentando que se realice actividad física al menos tres días a la semana. Y por otro lado recomiendan realizar tres sesiones no consecutivas de EF cada semana.

Nuestro cuerpo sufre una serie de adaptaciones o respuestas ante el ejercicio que van en función del tipo de este y de la tensión de los tejidos musculares implícitos en el

movimiento realizado. Esto conlleva una mejora de sus propiedades tanto estructurales, como metabólicas y funcionales (Hedermann et al., 2016). Según Farup et al., (2012) existe una gran diferencia entre los entrenamientos de fuerza y los entrenamientos de resistencia aeróbica, llegando a poder clasificarse como extremos semi-opuestos. Por medio del EA se obtienen resultados favorables como consecuencia de una óptima función mitocondrial y una buena oxidación de los ácidos grasos (Américo et al., 2019; Frantz et al., 2018) y entre los que se destaca una pérdida de peso corporal y masa grasa (Pang et al., 2006; Kostrzewa-Nowak et al., 2015; Higa et al., 2014; Lehnig et al., 2018; Américo et al., 2019; Alves, et al., 2009).

El EA ha sido ampliamente utilizado en los programas de pérdida de peso como la forma más efectiva de ejercicio físico para la pérdida de masa corporal, especialmente la masa grasa. Esto se justifica por el aumento del déficit energético generado por este ejercicio, tanto durante como después de su finalización. El aumento del consumo de oxígeno incluso después del final del esfuerzo (en adelante, EPOC) es uno de los factores positivos del EA en relación con la pérdida y/o el mantenimiento del peso corporal.

Inmediatamente después del final del EA, parece ocurrir un EPOC rápido debido a la resíntesis de ATP-CP, la eliminación del lactato en sangre, el aumento de la temperatura corporal y el metabolismo de los lípidos. Este consumo de oxígeno parece seguir aumentando durante horas (EPOC lento) debido principalmente al ciclo triglicérido/ácido graso. Sin embargo, la magnitud y la duración del EPOC parecen estar relacionadas linealmente con el tiempo y exponencialmente con la intensidad del esfuerzo (Lima-Silva et al., 2010). En resumen, los EA de alta intensidad y larga duración parecen promover un mayor gasto de energía y, además, pueden causar un aumento de la capacidad cardiorrespiratoria o también llamado consumo máximo de oxígeno ($\text{VO}_{2\text{max}}$).

El entrenamiento aeróbico tiene otro factor positivo que actúa sobre la obesidad, y es la estrecha relación que existe entre su impacto en la ingesta de alimentos y la quema de grasas, debido a que el trabajo corporal implica el requerimiento de una mayor cantidad de energía, la cual es proporcionada por los nutrientes y que va a servir para restaurar las reservas, con el fin de poder seguir realizando las funciones corporales (Maffiuletti et al., 2005).

Mientras que por otro lado a través de los EF se produce una mejora de la materia muscular (Bolcani et al., 2012; Kim et al., 2019; Hedermann et al., 2016), una pérdida de peso y una mejora de la salud (Gálvez, 2017; Conn et al., 2014; Ibrahim et al., 2018; D'Antona et al., 2006; Kolahehdouzi et al., 2018; Conn et al., 2014; Higa et al., 2014; Lehnig et al., 2018; Américo et al., 2019).

Sillanpää et al. (2008) compararon los efectos en hombres de cuarenta a sesenta y cinco años a través de un programa de entrenamiento basado en la resistencia aeróbica, otro de fuerza, y un tercero de aplicación mixta que combinaba fuerza muscular y resistencia cardiorrespiratoria. Los resultados obtenidos fueron que el entrenamiento progresivo de fuerza y resistencia disminuyó el porcentaje de grasa corporal de manera similar tanto por separado como combinado.

Cabe resaltar que actualmente no existen artículos sobre tratamiento de obesidad únicamente en adultos jóvenes con un programa de ejercicio exclusivamente aeróbico o de fuerza, por lo que cabe resaltar la novedad de esta investigación tanto en el tratamiento como en las características de la muestra.

Referencias bibliográficas

Abe, T., De Hoyos, D. V., Pollock, M. L., y Garzarella, L. (2002). Time course for strength and muscle thickness changes following upper and lower body resistance training in men and women. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 81(3), 174–180.

Aguilar, M.J., González, E., Álvarez, J., Padilla, C.A., Rivas, F., Perona, J.S., y García, R. (2011) Estudio de los niveles séricos de leptina, ceruloplasmina y lipoproteína (a) como indicadores del riesgo cardiovascular en una población de adolescentes de Granada (España). *Nutr. Hosp.*, 26(5):1130-1133

Alves, J.G., Gale, C.R., Mutrie, N., Correia, J.B. y Batty, G.D. (2009). A 6-month exercise intervention among inactive and overweight favela-residing women in Brazil: the Caranguejo Exercise Trial. *Am J Public Health*, 99: 76–80.

American College of Sports Medicine. (2013). ACSM's guidelines for exercise testing and prescription. Lippincott Williams y Wilkins

Américo, A.L.V., Muller, C.R., Vecchiato, B., Martucci, L.F., Fonseca-Alaniz, M.H., y Evangelista, F.S. (2019). Aerobic exercise training prevents obesity and insulin resistance independent of the renin angiotensin system modulation in the subcutaneous white adipose tissue. *PLoS ONE* 14(4):

Anton, S. D., Lee, S. A., Donahoo, W. T., McLaren, C., Manini, T., Leeuwenburgh, C., y Pahor, M. (2019). The Effects of Time Restricted Feeding on Overweight, Older Adults: A Pilot Study. *Nutrients*, 11(7), 1500.

Aranceta, J., Pérez Rodrigo, C., Serra Majem, L., Ribas Barba, L., Quiles Izquierdo, J., Vioque, J., ... Grupo Colaborativo para el estudio de la Obesidad en España (2003). Prevalencia de la obesidad en España: resultados del estudio SEEDO'2000. *Med Clin*, 120(16):608-12

Arrizabalaga, J.J., Masmiquel, L., Vidal, J., Calañas-Continente, A., Díaz- Fernández, M.J., García-Luna, P.P.,Moreiro J. (2004) Recomendaciones y algoritmo de tratamiento del sobrepeso y la obesidad en personas adultas. *Med Clin*, 122(3):104-10.

Argente del castillo, M.J. (2014). Sobrepeso-obesidad y factores de riesgo cardiovascular en mujeres menopáusicas. (Tesis doctoral). Universidad de Granada.

Batrakoulis, A., Jamurtas, A.Z., Georgakouli, K., Draganidis, D., Deli, C.K., Papanikolaou, K. ... Fatouros. I.G. (2018) High intensity, circuit- type integrated neuromuscular training alters energy balance and reduces body mass and fat in obese women: a 10-month training- detraining randomized controlled trial. *PLoS One*, 13(8): e0202390. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0202390>

Bocalini, D.S., Lima, L.S., De Andrade, S., Rica, R.L., Dos Santos, R.N., ... Pontes, F.L. (2012). Effects of circuit-based exercise programs on the body composition of elderly obese women. *Clin Interv Aging*, 7:551-556. <https://doi.org/10.2147/CIA.S33893>

Bray, G.A. (1990) Obesity: Historical development of scientific and cultural ideas. *Int J Obes Relat Metab Disord*, 14:909-926.

Bray, G.A., Heisel, W.E., Afshin, A., Jensen, M.D., Dietz, W.H., Long, M., ... Inge, T.H. (2018). The science of obesity management: an Endocrine Society Scientific Statement. *Endocr Rev*, 39(2):79-132

Cantú-Martínez, P. y Moreno-García, D. (2007) Obesidad: Una perspectiva epidemiológica y sociocultural. *Revista Salud Pública y Nutrición*, 8(4).

Conn, V. S., Hafdahl, A., Phillips, L. J., Ruppert, T. M. y Chase, J. A. (2014). Impact of physical activity interventions on anthropometric outcomes: systematic review and meta-analysis. *J Prim Prev*, 35, 203-215

Conroy, M. B., Sward, K. L., Spadaro, K. C., Tudorascu, D., Karpov, I., Jones, B. L., ... Kapoor, W. N. (2015). Effectiveness of a physical activity and weight loss intervention for middle-aged women: healthy bodies, healthy hearts randomized trial. *Journal of general internal medicine*, 30(2), 207-213.

Cornelissen, V.A. y Fagard, R.H. (2005) Effects of endurance training on blood pressure, blood pressure- regulating mechanisms, and cardiovascular risk factors. *Hypertension*., 46(4):667-675. doi:10.1161/01.HYP.0000184225.05629.51.

Couch, D., Thomas, S.L., Lewis, s. Blood, R.W., Holland, K. y Komesaroff, P. (2016) Obese people's perceptions of the thin ideal. *Social Science y Medicine*, 148, 60–70.

Delgado de Cantú, G. M. (2011) Historia Universal: De la era de las revoluciones al mundo globalizado. México DF: Pearson Educación.

Delgado, P., Camaño, F., Jerez, D., Campos, C., Ramírez, R., Osorio, O., ...Saldivia, C. (2015). Efectos de un programa de tratamiento multidisciplinar en obesos mórbidos y obesos con comorbilidades candidatos a cirugía bariátrica. *Nutrición Hospitalaria*, 31(5), 2011- 2016.

Dieli-Conwright, C. M., Courneya, K. S., Demark-Wahnefried, W., Sami, N., Lee, K., Sweeney, F. C., ... Mortimer, J. E. (2018). Aerobic and resistance exercise improves physical fitness, bone health, and quality of life in overweight and obese breast cancer survivors: A randomized controlled trial 11 Medical and Health Sciences 1117 Public Health and Health Services. *Breast Cancer Research*, 20(1), 124.

Dobbs, R., Sawers, F., Thompson, J., Manyika, J., Woetzel, P., Child, S., ... Spartharou, A. (2014). Overcoming Obesity: An Initial Economic Analysis, *The McKinsey Global Institute*.

Donnelly J.E., Honas J.J, Smith, B.K., Mayo, M.S., Gibson, C.A., Sullivan, D.K., ... Washburn, R.A. (2013). Aerobic exercise alone results in clinically significant weight loss for men and women: Midwest Exercise Trial 2. *Obesity (Silver Spring)*, 21: E219–E228.

D'Antona, G., Lanfranconi, F., Pellegrino, M.A., Brocca, L., y Adami, R. (2006). Skeletal muscle hypertrophy and structure and function of skeletal muscle fibres in male body builders. *J Physiol.* 570(Pt 3):611-2

Eckel, R.H., Jakicic, J.M., Ard, J.D., De Jesus, J.M., Houston Miller, N., Hubbard, V.S. ... American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. 2014. 2013 AHA/ACC guideline on lifestyle management to reduce cardiovascular risk. *Circulation.*, 129(25 suppl 2): S76-S99. doi: 10.1161/01.cir.0000437740.48606.d1.

Encuesta Nacional de Salud de España. (2018) Recuperado el 29 de septiembre de 2019 de https://www.msbs.gob.es/estadEstudios/estadisticas/encuestaNacional/encuestaNac2017/ENSE2017_notatecnica.pdf

Enzi, G., Busetto, L., Inelmen, E.M., Coin, A. y Sergi, G. (2003). Historical perspective: visceral obesity and related comorbidity in Joannes Baptista Morgagni's «De sedibus et Causis Morborum per Anatomen Indagata». *Int J Obes Relat Metab Disord*, 27:534-535.

Farup, J., Kjolhede, T., Svorensen, H., Dalgas, U., Muller, A.B., Vestergaard, P.F., ... Vissing K. (2012) Muscle morphological and strength adaptations to endurance vs. resistance training. *J Strength Cond Res.* 26(2):398-407

Franklin, N.C., Robinson, A.T., Bian, J.T., Ali, M.M., Norkeviciute, E., McGinty, P., y Phillips, S.A. (2015). Circuit resistance training attenuates acute exertion-induced reductions in arterial function but not inflammation in obese women. *Metab Syndr Relat Disord.* 13(5):227-234. <https://doi.org/10.1089/met.2014.0135>

Frantz, E.D.C., Prodel, E., Braz, I.D., Giori, I.G., Bargut, T.C.L., Magliano, D.C., y Nobrega, A.C. (2018) Modulation of the renin-angiotensin system in white adipose tissue and skeletal muscle: focus on exercise training. *Clinical Science.* 132(14):1487-1507

Fruhbeck, G. y Yumuk, V. (2014) Obesity: A gateway disease with a rising prevalence. *Obes Facts.* 2014;7 Suppl 2:33-36.

Fleming, M. (2018). A Discourse on the Nature, Causes, and Cure of Corpulency. Illustrated by a Remarkable Case, Read Before the Royal Society, November 1757. and Now First Published, by Malcolm Fleming, M.D. London: Gale Ecco

Gasteyger, C. y Tremblay, A. (2002) Metabolic impact of body fat distribution. *J. Endocrinol. Invest.*, 25: 876-883

Gálvez Fernández, I. (2017). Pérdida de peso y masa grasa con auto-cargas en mujeres. *Revista Iberoamericana de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 6(2), 30-37

Goldenberg, D., Santos, J.L., Hodgson, M.I. y Cortés, V.A. (2014) Nuevas proyecciones fisiológicas y terapéuticas de la leptina. *Rev Med Chile*, 142: 738-747.

Gomez-Ambrosi, J., Silva, C., Galofre, J.C., Escalada, J., Santos, S., Millán, D., ... Frühbeck, G. (2012). Body mass index classification misses subjects with increased cardiometabolic risk factors related to elevated adiposity. *Int J Obes*, 36(2):286-294

González, S. (2000), El banquete griego en Occidente. La galia: Alcance y límites de un tipo de comensalidad. *Quad. Preh. Arq. Cast*, 21.

Grandet, P. (1993) Ramsès III, Histoire d'un règne. Pygmalion, Paris.

Higa, T.S., Spinola, A.V., Fonseca-Alaniz, M.H., y Evangelista, F.S. (2014) Remodeling of white adipose tissue metabolism by physical training prevents insulin resistance. *Life Sciences*. 103(1):41-8.

Hoebel, J., Kuntz, B., Kroll, L.E., Schienkiewitz, A., Finger, J.D., Lange, C. y Lampert T. (2019) Socioeconomic Inequalities in the Rise of Adult Obesity: A Time-Trend Analysis of National Examination Data from Germany, 1990-2011. *Obes Facts*. 12(3):344-356

Hedermann, G., Vissing, C.R., Heje, K., Preisler, N., Witting, N., y Vissing, J. (2016) Aerobic Training in Patients with Congenital Myopathy. *PLoS ONE* 11(1)

Ibrahim, N.S., Muhamad, A.S., Ooi, F.K., Meor-Osman, J. y Chen, C.K. (2018) The effects of combined probiotic ingestion and circuit training on muscular strength and power and cytokine responses in young males. *Appl Physiol Nutr Metab*, 43(2):180-186. <https://doi.org/10.1139/apnm-2017-0464>

Jakicic, J. M., King, W. C., Marcus, M. D., Davis, K. K., Helsel, D., Rickman, A. D., ... Belle, S. H. (2015). Short-term weight loss with diet and physical activity in young adults: The IDEA study. *Obesity*, 23(12), 2385-2397.

Jakicic, J. M., Rickman, A. D., Lang, W., Davis, K. K., Gibbs, B. B., Neiberg, R., y Marcus, M. D. (2015). Time-based physical activity interventions for weight loss: a randomized trial. *Medicine and science in sports and exercise*, 47(5), 1061-1069.

Jassil, F. C., Manning, S., Lewis, N., Steinmo, S., Kingett, H., Lough, F., ...Batterham, R. L. (2015). Feasibility and Impact of a Combined Supervised Exercise and Nutritional-Behavioral Intervention following Bariatric Surgery: A Pilot Study. *Journal of obesity*.

Jensen, M.D., Ryan, D.H., Apovian, C.M., Ard, J.D., Comuzzie, A.G., Donato, K.A., ... Obesity Society. (2014) AHA/ACC/TOS guideline for the management of overweight and obesity in adults. A report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines and The Obesity Society. *J Am Coll Cardiol.*, 63(25):2985-3025.

Joseph, R. P., Dutton, G. R., Cherrington, A., Fontaine, K., Baskin, M., Casazza, K., ... Durant, N. H. (2015). Feasibility, acceptability, and characteristics associated with adherence and completion of a culturally relevant internet-enhanced physical activity pilot intervention for overweight and obese young adult African American women enrolled in college. *Biomed central research notes*, 8(1), 209-218.

Kelley, G.A., y Sharpe Kelley, K. (2001) Aerobic exercise and resting blood pressure in older adults: a meta-analytic review of randomized controlled trials. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 56(5):M298-303

Kim, K.H. y Lee, H.B. (2019). Effects of circuit training interventions on bone metabolism markers and bone density of old women with osteopenia. *J Exerc Rehabil.*, 15(2):302-307. <https://doi.org/10.12965/jer.1836640.320>

Kim, T. W., Lee, S. H., Choi, K. H., Kim, D. H., y Han, T. K. (2015). Comparison of the effects of acute exercise after overnight fasting and breakfast on energy substrate and hormone levels in obese men. *Journal of physical therapy science*, 27(6), 1929-1932.

Koehler, K., y Drenowatz, C. (2019) Integrated Role of Nutrition and Physical Activity for Lifelong Health. *Nutrients*, 11, 1437.

Kolahdouzi, S., Baghdadam, M., Kani-Golzar, F.A., Saeidi, A., Jabbour, G., Ayadi, A.... Zouhal, H. (2018) Progressive circuit resistance training improves inflammatory biomarkers and insulin resistance in obese men. *Physiol Behav.*, 205:15-21 pii: S0031-9384(18)31063-1. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2018.11.033>

Kostrzewa-Nowak, D., Nowak, R., Jastrzębski, Z., Zarębska, A., Bichowska, M., Drobnik-Kozakiewicz, I., ... Ciężczyk, P. (2015) Effect of 12-week-long aerobic training programme on body composition, aerobic capacity, complete blood count and blood lipid profile among young women. *Biochem Med*, 25(1):103-13. doi: 10.11613/BM.2015.013. PMID: 25672474, PMCID: PMC4401316.

Kushner, R.F. (2012). Clinical assessment and management of adult obesity. *Circulation*, 126(24):2870-2877.

Krüger, K., Gessner, D.K., Seimetz, M., Banisch, J., Ringseis, R., Eder, K., ... Mooren, F. (2013) Functional and Muscular Adaptations in an Experimental Model for Isometric Strength Training in Mice. *PLoS ONE*; 8(11)

Landsberg, L., Aronne, L.J., Beilin, L.J., Burke V, Igel, L.I., Lloyd-Jones, D., y Sowers, J. (2013). Obesity-related hypertension: pathogenesis, cardiovascular risk, and treatment. A position paper of the The Obesity Society and the American Society of Hypertension. *Obesity*, 21(1):8-24.

Lehnig, A.C., y Stanford, K.I. (2018) Exercise-induced adaptations to white and brown adipose tissue. *J Exp Biol.*; 7; 221(Pt Suppl 1).

Leverrier, A., Daguet, D., Calame, W., Dhoye, P., y Kodimule, S.P. (2019) Helianthus annuus Seed Extract Affects Weight and Body Composition of Healthy Obese Adults during 12 Weeks of Consumption: A Randomized, Double-Blind, Placebo-Controlled Pilot Study. *Nutrients*, 11, 1080.

Lima-Silva, A.E., Pires, F.O., y Bertuzzi, R. (2010). Excesso de oxigênio consumido pós-esforço: possíveis mecanismos fisiológicos. *Rev Educ Fis/UEM.*, 21(3), 563–75.

Maffiuletti, N. A., Agosti, F., Marinone, P. G., Silvestri, G., Lafortuna, C. L., y Sartorio, A. (2005). Changes in body composition, physical performance and cardiovascular risk factors after a 3-week integrated body weight reduction program and after 1-y follow-up in severely obese men and women. *European Journal of Clinical Nutrition*, 9, 685.

Mancia, G., Fagard, R., Narkiewicz, K., Rendon, J., Zanchetti, A., Böhm, M... Wood, D.A. (2013). ESH/ESC guidelines for the management of arterial hypertension: the Task Force for the Management of Arterial Hypertension of the European Society of Hypertension (ESH) and of the European Society of Cardiology (ESC). *Eur Heart J.* 34(28):2159-2219. doi:10.1093/eurheartj/eh151.

Manz, K., Mensink, G.B.M., Finger, J.D., Haftenberger, M., Brettschneider, A., Lage Barbosa, C, ... Schienkiewitz, A. (2019) Associations between Physical Activity and Food Intake among Children and Adolescents: Results of KiGGS Wave 2. *Nutrients*, 11, 1060.

Marañón G. (1936) Gordos y flacos. 3ª ed. Madrid: Espasa Calpe.

Marquez Rosa, S. y Garatachea Vallejo, N. (2009). Actividad Física y Salud. Fundación Universitaria Iberoamericana. Madrid: Ed. Díaz de Santos

Martin-Loeches, M. La mente y la evolución humana. (2008) Neurociencia cognitiva. Madrid: Ed. Aguilar.

Melzer, K., Kayser, B., Saris, W. H. M., y Pichard, C. (2005). Effects of physical activity on food intake. *Clinical Nutrition*, 24(6), 885–895.

Moreno Esteban, B., y Álvarez Hernández, J. (2000) *Obesidad: la epidemia del siglo XXI*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos.

Myers, T. R., Schneider, M. G., Schmale, M. S. y Hazell, T. J. (2015). Whole-Body Aerobic Resistance Training Circuit Improves Aerobic Fitness and Muscle Strength in Sedentary Young Females. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(6), 1592–1600. doi:10.1519/jsc.0000000000000790

Nishijima, H., Satake, K., Igarashi, K., Morita, N., Kanazawa, N. y Okita, K. (2007) Effects of exercise in overweight Japanese with multiple cardiovascular risk factors. *Med Sci Sports Exerc*, 39: 926–933.

Noack, J., Inzunza, J. Sánchez, A.M., Levet, M.C., Menor, M.J. y Aguilar, M.J. (2016) Valoración del nivel de actividad física en pacientes intervenidos de cirugía bariátrica: Revisión sistemática. *Nutr Hosp*, 33(Supl. 5):24-28

Organización Mundial de la Salud (2005) Global strategy on diet, physical activity and health Progress on World Health Assembly Resolution WHA 57.17. Recuperado de: https://www.who.int/nmh/nmh_dpas_wha58_update.pdf?ua=1

Organización Mundial de la Salud. (2018). Obesidad y sobrepeso. Recuperado de <http://www.who.int/topics/obesity/es/>.

Organización mundial de la salud (2018). Obesidad y sobrepeso. Recuperado de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>

Organización Mundial de la Salud. (2010) Recomendaciones mundiales sobre la actividad física para la salud. Suiza.

Pang, M.Y., Eng, J.J., Dawson, A.S. y Gylfadóttir, S. (2006) The use of aerobic exercise training in improving aerobic capacity in individuals with stroke: a meta-analysis. *Clin Rehabil.*, Feb,20(2):97-111. doi: 10.1191/0269215506cr926oa. PMID: 16541930, PMCID: PMC3167867.

Patel, H., Alkhawam, H., Madanieh, R., Shah, N., Kosmas, C.E., Vittorio, T.J. (2017) Aerobic vs anaerobic exercise training effects on the cardiovascular system. *World J Cardiol.*, Feb 26,9(2):134-138. doi: 10.4330/wjc.v9.i2.134. PMID: 28289526, PMCID: PMC5329739.

Pescatello, L.S. (2005) Exercise and hypertension: recent advances in exercise prescription. *Curr Hypertens Rep.*, 7(4):281-286. doi:10.1007/s11906-005-0026-z.

Piepoli, M.F., Hoes, A.W., Agewall, S., Albus, C., Brotons, C., Catapano, A.L. ... ESC Scientific Document Group. (2016). European guidelines on cardiovascular disease prevention in clinical practice. The Sixth Joint Task Force of the European Society of Cardiology and Other Societies on Cardiovascular Disease Prevention in Clinical Practice (constituted by representatives of 10 societies and by invited experts. Developed with the special contribution of the European Association for Cardiovascular Prevention y Rehabilitation). *Eur J Prev Cardiol.*,23(11):NP1-96. doi:10.1177/2047487316653709

Powers, P.S. (1980). Obesity. The regulation of weight. Baltimore: Williams and Wilkins Co. *Journal of nutrition education and behavior*, 14 (1), 38.

Quetelet, A. (1835) Sur l'homme et le développement de ses facultés: ou, Essai de physique sociale. París: Bachelier, imprimeur-libraire, quai des Augustins.

Ramírez-Vélez, R., Tordecilla-Sanders, A., Correa-Bautista, J.E., González-Ruíz, K., González-Jiménez, E., Triana-Reina, H.R., ... Schmidt-RioValle, J. (2018). Validation of multi- frequency bioelectrical impedance analysis versus dual-energy X-ray absorptiometry to measure body fat percentage in overweight/obese Colombian adults. *Am J Hum Biol*, 30(1).

Rodríguez, L.P., García, S. y Ponce, J. (2003). Compendio histórico de la actividad física y el deporte. Barcelona: Elsevier.

Rosenberger B. (2011) La cocina árabe y su aportación a la cocina europea. Historia de la alimentación. Madrid: Trea.

Ross, R., Hudson, R., Stotz, P. J., y Lam, M. (2015). Effects of exercise amount and intensity on abdominal obesity and glucose tolerance in obese adults: a randomized trial. *Annals of internal medicine*, 162(5), 325-334.

Salas-Salvadó, J., García-Lorda, P., y Sánchez-Ripollès, J.M. (2005). La alimentación y la nutrición a través de la historia. Barcelona: Editorial Glosa.

Sánchez-Cruz, J.J., Jiménez-Moleón, J.J., Fernández-Quesada, F., y Sánchez, M.J. (2012) Prevalencia de obesidad infantil y juvenil en España en 2012. *Revista Española de Cardiología*; 66 (5): 371-376.

Sánchez, M., Sánchez, E., Hernández, M., González, J., Purroy, F., Rius, F., ... Lecube, A. (2019) On behalf of the ILERVAS project collaborators. Dissimilar Impact of a Mediterranean Diet and Physical Activity on Anthropometric Indices: A Cross-Sectional Study from the ILERVAS Project. *Nutrients*, 11, 1359

Schumann, M., Yli-Peltola, K., Abbiss, C.R., y Häkkinen, K. (2015) Cardiorespiratory Adaptations during Concurrent Aerobic and Strength Training in Men and Women. *Plos one*;10(9)

Sillanpää, E., Häkkinen, A., Nyman, K., Mattila, M., Cheng, S., Karavirta, L., ... Häkkinen, K. (2008). Body composition and fitness during strength and/or endurance training in older men. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 40(5), 950–958.

Siu, P. M., Yu, A. P., Benzie, I. F., y Woo, J. (2015). Effects of 1-year yoga on cardiovascular risk factors in middle-aged and older adults with metabolic syndrome: a randomized trial. *Diabetology y metabolic syndrome*, 7(1), 1.

Short, T. (2018) A Discourse Concerning the Causes and Effects of Corpulency: Together with the Method for Its Prevention and Cure. by Thomas Short, M.D. London: Gale Ecco

Snyder, E.E., Walts, B., Pérusse, L., Chagnon, Y.C., Weignagel, S.J., Rankinen, T., y Bouchard, C. (2004) The human obesity gene map: the 2003 update. *Obes Res*, 12:369-439.

Tuttle, M.S., Montoye, A.H.K., Kaminsky, y L.A. (2016). The benefits of body mass index and waist circumference in the assessment of health risk. *ACSMs Health Fit J*, 20(4):15-20.

Tromba, L., Perla, F., Carbotta, G., Chiesa, C., y Pacifico, L. (2019). Effect of Alpha-Lipoic Acid Supplementation on Endothelial Function and Cardiovascular Risk Factors in Overweight/Obese Youths: A Double-Blind, Placebo-Controlled Randomized Trial. *Nutrients*, 11(2), 375.

Um, I. S., Krass, I., Armour, C., Gill, T., y Chaar, B. B. (2015). Developing and testing evidence-based weight management in Australian pharmacies: A Healthier Life Program. *International journal of clinical pharmacy*, 37(5), 822-833.

Vélez, H., Rojas, W., Borrero, J., y Restrepo, J. (2006). Endocrinología. Medellín: Corporación para Investigaciones Biológicas CIB.

Wallman K, Plant LA, Rakimov B, et al. (2009). The effects of two modes of exercise on aerobic fitness and fat mass in an overweight population. *Research in Sports Medicine*. 17 (3): 156–70.

Weber, M.A., Schiffrin, E.L., White, W.B., Mann, S., Lindholm, L.H., Kenerson, J.G. ... Harrap, S.B. (2014). Clinical practice guidelines for the management of hypertension in the community: a statement by the American Society of Hypertension and the International Society of Hypertension. *J Clin Hypertens.*, 16(1):14-26. doi:10.1111/jch.12237.

Williams, M.H., Anderson, D.E. y Rawson, E.S. (2003). Nutrición para la salud, la condición física y el deporte. Paidotribo, Zaragoza.

Whelton, P.K., Carey, R.M., Aronow, W.S., Casey, D.E. Jr, Collins, K.J., Dennison, Himmelfarb, C., DePalma, S.M., Wright, J.T. Jr., (2018). 2017 ACC/AHA/AAPA/ABC/ACPM/AGS/APhA/ASH/ASPC/NMA/PCNA guideline for the prevention, detection, evaluation, and management of high blood pressure in adults: executive summary: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Clinical Practice Guidelines. *Hypertension.*, 71(6):1269-1324. doi:10.1161/hyp.0000000000000066.

Yilmaz, Z., Davis, C., Loxton, N.J., Kaplan, A.S., Levitan, R.D., Carter, J.C. y Kennedy, J.L. (2015). Association between MC4R rs17782313 polymorphism and overeating behaviors. *Int J Obes*, 39(1):114-20

Yumuk, V., Tsigos, C., Fried, M., Schindler, K., Busetto, L., Micic, D., Toplak, H. (2015). European guidelines for obesity management in adults. *Obesity Facts*, 8(6):402-424

Zhang, Y., Proenca, R., Maffei, M., Barone, M., Leopold, L., y Friedman, J.M. (1994) Positional cloning of the mouse obese gene and its human homologue. *Nature*, 372:425-432.

CAPÍTULO II

JUSTIFICACIÓN, OBJETIVOS E HIPÓTESIS

JUSTIFICACIÓN, OBJETIVOS E HIPÓTESIS

En los últimos años la prevalencia de sobrepeso y obesidad mundial ha aumentado notablemente, siendo especialmente elevada en países europeos (OMS, 2018). Más en concreto, los países del Sur de Europa son los que presentan prevalencias más elevadas, sobretodo en población infantojuvenil y en adultos jóvenes, siendo España uno de ellos (ENSE, 2018). La obesidad en adultos jóvenes (18-25 años) es un trastorno nutricional y metabólico, el cual es el más prevalente en estas edades y además una de las principales enfermedades no transmisibles (OMS, 2018). Además, esta puede desencadenar en otras crónicas como son las enfermedades metabólicas o cardiovasculares (Abe et al, 2015; Conroy et al., 2015; Jakicic et al., 2015).

Por otro lado, la morbilidad en adultos es mayor en aquellos que hayan presentado sobrepeso en la adolescencia independientemente de haber perdido peso posteriormente en la edad adulta. La elevada prevalencia de sobrepeso y obesidad en la población actual con el alto impacto que puede tener sobre la morbilidad, la calidad de vida y el gasto sanitario tanto a corto como largo plazo los convierte en uno de los principales problemas de salud pública en el siglo XXI (OMS, 2018).

Para abordar este problema de salud es necesario adquirir un amplio conocimiento de los factores que se asocian a ellos. En este aspecto se destacan dos; por un lado, la falta o ausencia de actividad física, y por otro lado los malos hábitos alimentarios (Dieli-Conwright, et al., 2018; Swendeman et al 2018; Sánchez et al., 2019). Ambos juegan un papel importante en el desarrollo de programas preventivos para reducir la obesidad. Por ello, es importante también analizar los factores asociados a su mejora con el objetivo de adaptar los programas a las necesidades de las poblaciones más susceptibles tanto de realizar conductas de riesgo como de padecer sobrepeso u obesidad.

Tras realizar un análisis bibliográfico podemos confirmar que no existen estudios en los que los participantes fueran adultos jóvenes con sobrepeso u obesidad y que realizaran un programa de entrenamiento sin influir en su alimentación.

Existen diversos estudios que se han centrado en entrenamiento y alimentación (Maffiuletti et al., 2005; Dieli-Conwright, et al., 2018; Swendeman et al 2018; Koehler y

Drenowatz, 2019; Manz et al., 2019; Sánchez et al., 2019), por otro lado, solo de alimentación (Anton et al., 2019; Leverrier, Daguet, Calame, Dhoye y Kodimule, 2019; Tromba, Perla, Carbotta, Chiesa y Pacifico, 2019) y por último exclusivamente de entrenamiento, siendo este último donde se centró nuestro estudio. En este apartado existen diversos estudios en sujetos con sobrepeso y obesidad que realizan programas de EA, pero no son adultos jóvenes (Nishijima et al., 2007; Alves, Gale, Mutrie, Correira y Barry, 2009), otros que realizaron programas de EA en jóvenes, pero sin sobrepeso u obesidad (Kostrzewa-Nowak et al., 2015; Myers, Schneider, Schmale y Hazell, 2015;) y en los programas de EF, encontramos estudios en sujetos con sobrepeso y obesidad pero que no son jóvenes (Franklin et al., 2015; Batrikoulis et al., 2018; Bolcani et al., 2012; Kolahdouzi et al., 2018), o bien EF en jóvenes pero sin tener sobrepeso u obesidad (Ibrahim et al., 2018; Gálvez, 2017). Para una mayor comprensión se encuentra un resumen en la tabla 2.

Debe resaltarse por tanto la singularidad de esta investigación en el tratamiento en adultos jóvenes que presentan sobrepeso y obesidad a través de la exclusiva realización de un programa de ejercicio físico.

Tabla 2. Artículos analizados.

Tipología de Artículos	Artículos analizados
Guías internacionales para prevenir y tratar la obesidad	<ul style="list-style-type: none"> American College of Sports Medicine. (2013). ACSM's guidelines for exercise testing and prescription. Lippincott Williams y Wilkins
	<ul style="list-style-type: none"> Eckel, R.H., Jakicic, J.M., Ard, J.D., De Jesus, J.M., Houston Miller, N., Hubbard, V.S. ... American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. 2014. 2013 AHA/ACC guideline on lifestyle management to reduce cardiovascular risk. Circulation., 129(25 suppl 2): S76-S99. doi:10.1161/01.cir.0000437740.48606.d1.
	<ul style="list-style-type: none"> Mancia, G., Fagard, R., Narkiewicz, K., Rendon, J., Zanchetti, A., Böhm, M... Wood, D.A. (2013). ESH/ESC guidelines for the management of arterial hypertension: The Task Force for the Management of Arterial Hypertension of the European Society of Hypertension (ESH) and of the European Society of Cardiology (ESC). Eur Heart J. 34(28):2159-2219. doi:10.1093/eurheartj/eh151.
	<ul style="list-style-type: none"> Jensen, M.D., Ryan, D.H., Apovian, C.M., Ard, J.D., Comuzzie, A.G., Donato, K.A., ... Obesity Society. (2014) AHA/ACC/TOS guideline for the management of overweight and obesity in adults. A report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines and The Obesity Society. J Am Coll Cardiol., 63(25):2985-3025.
	<ul style="list-style-type: none"> Piepoli, M.F., Hoes, A.W., Agewall, S., Albus, C., Brotons, C., Catapano, A.L. ... ESC Scientific Document Group. (2016). European guidelines on cardiovascular disease prevention in clinical practice. The Sixth Joint Task Force of the European Society of Cardiology and Other Societies on Cardiovascular Disease Prevention in Clinical Practice (constituted by representatives of 10 societies and by invited experts. Developed with the special contribution of the European Association for Cardiovascular Prevention y Rehabilitation). Eur J Prev Cardiol.,23(11):NP1-96. doi:10.1177/2047487316653709
	<ul style="list-style-type: none"> Weber, M.A., Schiffrin, E.L., White, W.B., Mann, S., Lindholm, L.H., Kenerson, J.G. ... Harrap, S.B. (2014). Clinical practice guidelines for the management of hypertension in the community: a statement by the American Society of Hypertension and the International Society of Hypertension. J Clin Hypertens., 16(1):14-26. doi:10.1111/jch.12237.
	<ul style="list-style-type: none"> Whelton, P.K., Carey, R.M., Aronow, W.S., Casey, D.E. Jr, Collins, K.J., Dennison, Himmelfarb, C., DePalma, S.M., Wright, J.T. Jr., (2018). 2017 ACC/AHA/AAPA/ABC/ACPM/AGS/APhA/ASH/ASPC/NMA/PCNA guideline for the prevention, detection, evaluation, and management of high blood pressure in adults: executive summary: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Clinical Practice Guidelines. Hypertension., 71(6):1269-1324. doi:10.1161/hyp.0000000000000066.
	<ul style="list-style-type: none"> Yumuk, V., Tsigos, C., Fried, M., Schindler, K., Busetto, L., Micic, D., Toplak, H. (2015). European guidelines for obesity management in adults. Obesity Facts, 8(6):402-424

Tipología de Artículos	Artículos analizados
Entrenamiento aeróbico en adultos con sobrepeso u obesidad	<ul style="list-style-type: none"> Kostrzewa-Nowak, D., Nowak, R., Jastrzębski, Z., Zarębska, A., Bichowska, M., Drobnik-Kozakiewicz, I., ... Ciężczyk, P. (2015) Effect of 12-week-long aerobic training programme on body composition, aerobic capacity, complete blood count and blood lipid profile among young women. <i>Biochem Med</i>, 25(1):103-13. doi: 10.11613/BM.2015.013. PMID: 25672474, PMCID: PMC4401316. Donnelly J.E., Honas J.J., Smith, B.K., Mayo, M.S., Gibson, C.A., Sullivan, D.K., ... Washburn, R.A.(2013). Aerobic exercise alone results in clinically significant weight loss for men and women: Midwest Exercise Trial 2. <i>Obesity (Silver Spring)</i>, 21: E219–E228.
Entrenamiento aeróbico en adultos jóvenes, pero sin sobrepeso u obesidad	<ul style="list-style-type: none"> Alves, J.G., Gale, C.R., Mutrie, N., Correia, J.B. y Batty, G.D. (2009). A 6-month exercise intervention among inactive and overweight favela-residing women in Brazil: the Caranguejo Exercise Trial. <i>Am J Public Health</i>, 99: 76–80. Nishijima, H., Satake, K., Igarashi, K., Morita, N., Kanazawa, N. y Okita, K. (2007) Effects of exercise in overweight Japanese with multiple cardiovascular risk factors. <i>Med Sci Sports Exerc</i>, 39: 926–933.
Entrenamiento de fuerza en adultos con sobrepeso u obesidad	<ul style="list-style-type: none"> Ibrahim, N.S., Muhamad, A.S., Ooi, F.K., Meor-Osman, J. y Chen, C.K. (2018) The effects of combined probiotic ingestion and circuit training on muscular strength and power and cytokine responses in young males. <i>Appl Physiol Nutr Metab</i>, 43(2):180-186. https://doi.org/10.1139/apnm-2017-0464 Gálvez Fernández, I. (2017). Pérdida de peso y masa grasa con auto-cargas en mujeres. <i>Revista Iberoamericana de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte</i>, 6(2), 30-37
Entrenamiento de fuerza en adultos jóvenes, pero sin sobrepeso u obesidad	<ul style="list-style-type: none"> Batrakoulis, A., Jamurtas, A.Z., Georgakouli, K., Draganidis, D., Deli, C.K., Papanikolaou, K. ... Fatouros. I.G. (2018) High intensity, circuit- type integrated neuromuscular training alters energy balance and reduces body mass and fat in obese women: a 10-month training- detraining randomized controlled trial. <i>PLoS One</i>, 13(8): e0202390. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0202390 Bocalini, D.S., Lima, L.S., De Andrade, S., Rica, R.L., Dos Santos, R.N., ... Pontes, F.L. (2012). Effects of circuit-based exercise programs on the body composition of elderly obese women. <i>Clin Interv Aging</i>, 7:551-556. https://doi.org/10.2147/CIA.S33893 Franklin, N.C., Robinson, A.T., Bian, J.T., Ali, M.M., Norkeviciute, E., McGinty, P., y Phillips, S.A. (2015). Circuit resistance training attenuates acute exertion-induced reductions in arterial function but not inflammation in obese women. <i>Metab Syndr Relat Disord</i>. 13(5):227-234. https://doi.org/10.1089/met.2014.0135 Kolahdouzi, S., Baghadam, M., Kani-Golzar, F.A., Saeidi, A., Jabbour, G., Ayadi, A.... Zouhal, H. (2018) Progressive circuit resistance training improves inflammatory biomarkers and insulin resistance in obese men. <i>Physiol Behav.</i>, 205:15-21 pii: S0031-9384(18)31063-1. https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2018.11.033

Teniendo en cuenta la información disponible, y expuesta en paginas anteriores, en relación con el tratamiento, a través de ejercicio físico y sin acompañamiento dietético, del sobrepeso y la obesidad se proponen los siguientes objetivos e hipótesis:

1. Analizar la composición corporal para comprobar el efecto de los diferentes programas de entrenamiento en adultos jóvenes con sobrepeso u obesidad.

- Hipótesis:

Ambas planificaciones de doce semanas de entrenamiento en adultos jóvenes con sobrepeso u obesidad tendrán un efecto positivo en la composición corporal.

2. Identificar el programa de entrenamiento que pudiera producir mejores resultados globales en la composición corporal de adultos jóvenes con sobrepeso u obesidad.

- Hipótesis:

El programa de entrenamiento de fuerza tendrá unos mejores resultados globales en la composición corporal que el programa de entrenamiento aeróbico en adultos jóvenes con sobrepeso u obesidad.

3. Determinar qué programa de entrenamiento produce una mayor pérdida de peso en adultos jóvenes con sobrepeso u obesidad.

- Hipótesis:

Tras realizar una planificación de doce semanas de entrenamiento en adultos jóvenes con sobrepeso u obesidad, se estima que el programa de entrenamiento aeróbico provoque una mayor pérdida de peso en comparación con el programa de entrenamiento de fuerza.

4. Comprobar en adultos jóvenes con sobrepeso u obesidad, el programa de entrenamiento con el que se consigue una mayor ganancia de masa magra.

- Hipótesis:

El programa de entrenamiento de fuerza se aumenta la masa magra en mayor proporción que un programa de entrenamiento aeróbico en adultos jóvenes con sobrepeso u obesidad.

5. Averiguar con qué programa se produce una mayor pérdida de masa grasa en adultos jóvenes con sobrepeso u obesidad.

- Hipótesis:

El programa de entrenamiento de fuerza provoca una mayor pérdida de masa grasa en comparación con el programa de entrenamiento aeróbico en adultos jóvenes con sobrepeso u obesidad.

6. Conocer con qué programa de entrenamiento los adultos jóvenes con sobrepeso u obesidad consiguen una mayor mejora del índice metabólico.

- Hipótesis:

En adultos jóvenes con sobrepeso u obesidad, el programa de entrenamiento de fuerza podría provocar una mayor mejora del índice metabólico.

7. Comprobar en el programa de entrenamiento aeróbico que sexo obtiene unos mejores resultados en la composición corporal.

- Hipótesis:

Se estima que en el programa de entrenamiento aeróbico los varones jóvenes puedan obtener mejores resultados en las variables antropométricas respecto a las mujeres.

8. Diagnosticar qué programa de entrenamiento aeróbico obtiene un mayor gasto metabólico según el sexo de los participantes.

- Hipótesis:

En el programa de entrenamiento aeróbico los varones jóvenes obtienen un mayor gasto metabólico en comparación con las mujeres.

Referencias bibliográficas

Abe, T., De Hoyos, D. V., Pollock, M. L., y Garzarella, L. (2002). Time course for strength and muscle thickness changes following upper and lower body resistance training in men and women. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 81(3), 174–180.

Alves, J.G., Gale, C.R., Mutrie, N., Correia, J.B. y Batty, G.D. (2009). A 6-month exercise intervention among inactive and overweight favela-residing women in Brazil: the Caranguejo Exercise Trial. *Am J Public Health*, 99: 76–80.

Anton, S. D., Lee, S. A., Donahoo, W. T., McLaren, C., Manini, T., Leeuwenburgh, C. y Pahor, M. (2019). The Effects of Time Restricted Feeding on Overweight, Older Adults: A Pilot Study. *Nutrients*, 11(7), 1500. doi:10.3390/nu11071500

Batrakoulis, A., Jamurtas, A.Z., Georgakouli, K., Draganidis, D., Deli, C.K., Papanikolaou, K. ... Fatouros. I.G. (2018) High intensity, circuit- type integrated neuromuscular training alters energy balance and reduces body mass and fat in obese women: a 10-month training- detraining randomized controlled trial. *PLoS One*, 13(8): e0202390. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0202390>

Bocalini, D.S., Lima, L.S., De Andrade, S., Rica, R.L., Dos Santos, R.N., ... Pontes, F.L. (2012). Effects of circuit-based exercise programs on the body composition of elderly obese women. *Clin Interv Aging*, 7:551-556. <https://doi.org/10.2147/CIA.S33893>

Conroy, M. B., Sward, K. L., Spadaro, K. C., Tudorascu, D., Karpov, I., Jones, B. L., ... Kapoor, W. N. (2015). Effectiveness of a physical activity and weight loss intervention for middle-aged women: healthy bodies, healthy hearts randomized trial. *Journal of general internal medicine*, 30(2), 207-213.

Dieli-Conwright, C. M., Courneya, K. S., Demark-Wahnefried, W., Sami, N., Lee, K., Sweeney, F. C., ... Mortimer, J. E. (2018). Aerobic and resistance exercise improves physical fitness, bone health, and quality of life in overweight and obese breast cancer survivors: A randomized controlled trial 11 Medical and Health Sciences 1117 Public Health and Health Services. *Breast Cancer Research*, 20(1), 124.

Encuesta Nacional de Salud de España. (2018) Recuperado el 29 de septiembre de 2019 de https://www.mscbs.gob.es/estadEstudios/estadisticas/encuestaNacional/encuestaNac2017/ENSE2017_notatecnica.pdf

Franklin, N.C., Robinson, A.T., Bian, J.T., Ali, M.M., Norkeviciute, E., McGinty, P., y Phillips, S.A. (2015). Circuit resistance training attenuates acute exertion-induced reductions in arterial function but not inflammation in obese women. *Metab Syndr Relat Disord*. 13(5):227-234. <https://doi.org/10.1089/met.2014.0135>

Gálvez Fernández, I. (2017). Pérdida de peso y masa grasa con auto-cargas en mujeres. *Revista Iberoamericana de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 6(2), 30-37

Ibrahim, N.S., Muhamad, A.S., Ooi, F.K., Meor-Osman, J. y Chen, C.K. (2018) The effects of combined probiotic ingestion and circuit training on muscular strength and power and cytokine responses in young males. *Appl Physiol Nutr Metab*, 43(2):180-186. <https://doi.org/10.1139/apnm-2017-0464>

Jakicic, J. M., Rickman, A. D., Lang, W., Davis, K. K., Gibbs, B. B., Neiberg, R., y Marcus, M. D. (2015). Time-based physical activity interventions for weight loss: a randomized trial. *Medicine and science in sports and exercise*, 47(5), 1061-1069.

Koehler, K., y Drenowatz, C. (2019) Integrated Role of Nutrition and Physical Activity for Lifelong Health. *Nutrients*, 11, 1437.

Kostrzewa-Nowak, D., Nowak, R., Jastrzębski, Z., Zarębska, A., Bichowska, M., Drobnik-Kozakiewicz, I., ... Ciężczyk, P. (2015) Effect of 12-week-long aerobic training programme on body composition, aerobic capacity, complete blood count and blood lipid profile among young women. *Biochem Med*, 25(1):103-13. doi: 10.11613/BM.2015.013. PMID: 25672474, PMCID: PMC4401316.

Kolahdouzi, S., Baghadam, M., Kani-Golzar, F.A., Saeidi, A., Jabbour, G., Ayadi, A.... Zouhal, H. (2018) Progressive circuit resistance training improves inflammatory biomarkers and insulin resistance in obese men. *Physiol Behav.*, 205:15-21 pii: S0031-9384(18)31063-1. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2018.11.033>

Leverrier, A., Daguet, D., Calame, W., Dhoye, P. y Kodimule, S.P. (2019) Helianthus annuus Seed Extract Affects Weight and Body Composition of Healthy Obese Adults during 12 Weeks of Consumption: A Randomized, Double-Blind, Placebo-Controlled Pilot Study. *Nutrients*, 11, 1080.

Maffiuletti, N. A., Agosti, F., Marinone, P. G., Silvestri, G., Lafortuna, C. L., y Sartorio, A. (2005). Changes in body composition, physical performance and cardiovascular risk factors after a 3-week integrated body weight reduction program and after 1-y follow-up in severely obese men and women. *European Journal of Clinical Nutrition*, 9, 685.

Manz, K., Mensink, G.B.M., Finger, J.D., Haftenberger, M., Brettschneider, A., Lage Barbosa, C, ... Schienkiewitz, A. (2019) Associations between Physical Activity and Food Intake among Children and Adolescents: Results of KiGGS Wave 2. *Nutrients*, 11, 1060.

Myers, T. R., Schneider, M. G., Schmale, M. S. y Hazell, T. J. (2015). Whole-Body Aerobic Resistance Training Circuit Improves Aerobic Fitness and Muscle Strength in Sedentary Young Females. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(6), 1592–1600. doi:10.1519/jsc.0000000000000790

Nishijima, H., Satake, K., Igarashi, K., Morita, N., Kanazawa, N. y Okita, K. (2007) Effects of exercise in overweight Japanese with multiple cardiovascular risk factors. *Med Sci Sports Exerc*, 39: 926–933.

Organización Mundial de la Salud. Obesidad y sobrepeso. (2018) Datos y cifras. 2017. Recuperado el 10 de agosto de 2018 de <http://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>

Organización Mundial de la Salud. (2018). Obesidad y sobrepeso. Recuperado el 6 de noviembre, 2018, de <http://www.who.int/topics/obesity/es/>.

Sánchez, M., Sánchez, E., Hernández, M., González, J., Purroy, F., Rius, F., ... Lecube, A. (2019) On behalf of the ILERVAS project collaborators. Dissimilar Impact of a Mediterranean Diet and Physical Activity on Anthropometric Indices: A Cross-Sectional Study from the ILERVAS Project. *Nutrients*, 11, 1359

Swendeman, D., Comulada, W. S., Koussa, M., Worthman, C. M., Estrin, D., Rotheram-Borus, M. J., y Ramanathan, N. (2018). Longitudinal validity and reliability of brief smartphone self-monitoring of diet, stress, and physical activity in a diverse sample of mothers. *Journal of Medical Internet Research*, 6(9), 76.

Tromba, L., Perla, F., Carbotta, G., Chiesa, C. y Pacifico, L. (2019) Effect of Alpha-Lipoic Acid Supplementation on Endothelial Function and Cardiovascular Risk Factors in Overweight/Obese Youths: A Double-Blind, Placebo-Controlled Randomized Trial. *Nutrients*, 11(2), 375. doi:10.3390/nu11020375

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

METODOLOGÍA

1. Sujetos:

Un total de 110 jóvenes (cuarenta y nueve mujeres y sesenta y un hombres) de entre dieciocho y veinticinco años (21.96 ± 1.90) participaron en la investigación, los cuales se reclutaron de una gran variedad de fuentes. Los posibles participantes debían de completar un pequeño formulario vía online en el cual se les preguntaba su edad y su peso y altura aproximada. De esta forma se realizaba una primera selección, calculando su IMC, a partir del peso y la estatura reportados. Para poder participar en la investigación los sujetos debían de presentar un $IMC \geq 25 \text{ kg/m}^2$, ya que a partir de ahí la OMS lo considera sobrepeso (OMS, 2018).

Todos los sujetos seleccionados inicialmente a través del formulario para participar en el estudio fueron a continuación entrevistados para comprobar si tenían algún tipo de lesión o patología que impidiese el normal transcurso de la investigación y en tal caso, excluirlos de la misma. Además, se pesaron y midieron para comprobar que tenían sobrepeso u obesidad ($IMC \geq 25 \text{ kg/m}^2$). En la figura 8, se puede observar el diagrama de flujo del estudio en el cual se describe cómo inicialmente se contó con un total de 172 sujetos, pero tras realizar el cuestionario inicial y la entrevista se excluyeron a 34 sujetos. 12 de ellos por tener más de 25 años, siete por tener un IMC menor de 25 kg/m^2 , cuatro por estar entrenando de forma habitual durante los últimos seis meses, seis por estar realizando cualquier tipo de control alimenticio enfocado a la pérdida de peso y por último cinco por padecer algún tipo de lesión que afectase al correcto desarrollo de la planificación de entrenamiento. Tras esto la muestra inicial fue de 138 sujetos. Estos fueron distribuidos aleatoriamente en grupo control (en adelante, GC), grupo aeróbico y grupo de fuerza. Durante el seguimiento del entrenamiento no hubo que lamentar ninguna pérdida, pero esta si que llegó cuando se realiza el postest o análisis final. En el GC se excluyeron a cinco sujetos, de los cuales tres no se presentaron a la evaluación final y otros dos realizaron diferentes rutinas de entrenamiento. Del grupo de entrenamiento aeróbico se excluyeron a diez sujetos, de los cuales ocho fueron por no completar al menos el 90% de las sesiones de la planificación y los otros dos por no presentarse al análisis final y por último del grupo de fuerza fueron excluidos un total de 13 sujetos, de los cuales nueve no completaron al menos el 90% de los entrenamientos y cuatro no asistieron al postest.

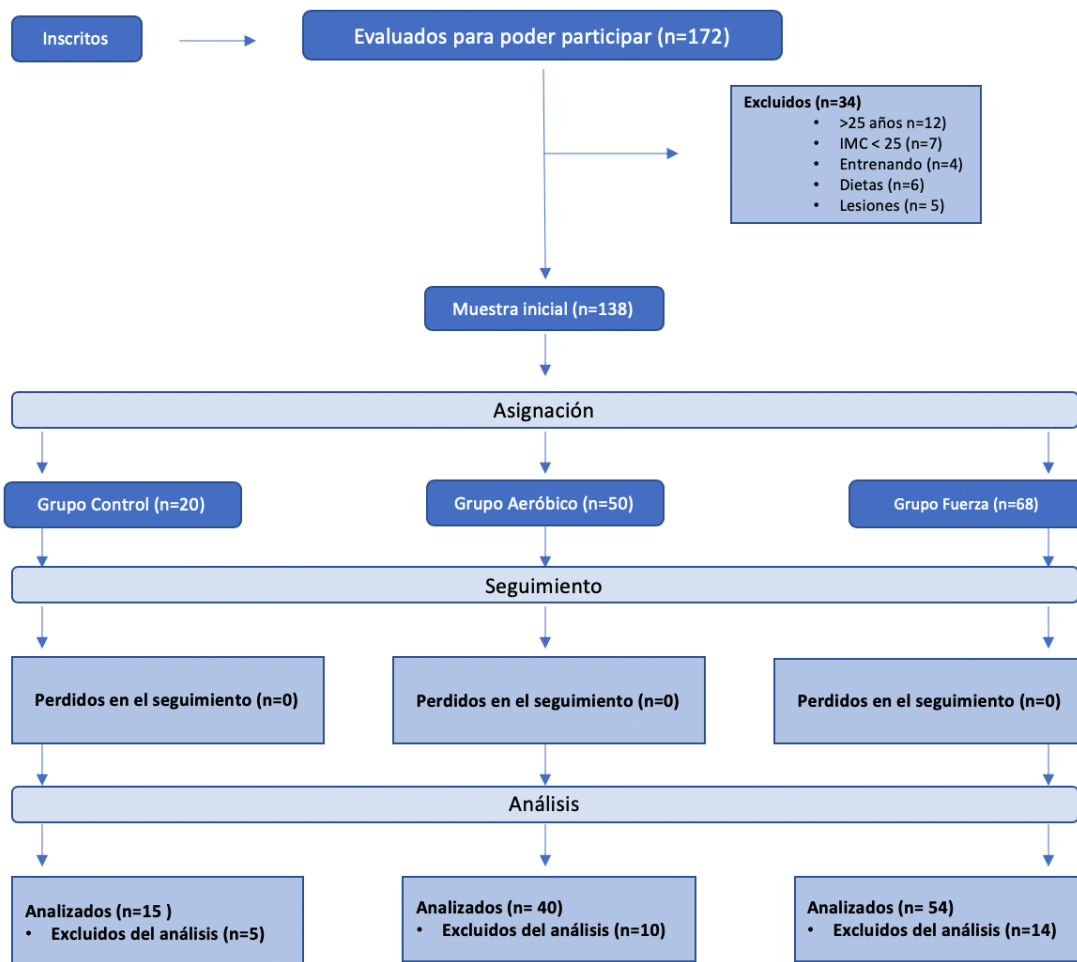


Figura 8: Diagrama de flujo del estudio

2. Diseño:

El tipo de diseño a elegir se encontró condicionado por el problema a investigar, el contexto que rodea a la investigación, el tipo de estudio a efectuar y las hipótesis formuladas. Según Hernández, Fernández y Baptista (2000), este estudio se identifica con una investigación experimental de diseño longitudinal. Se realizan observaciones en dos o más momentos o puntos en el tiempo, en nuestro caso realizando un pretest o evaluación inicial y, doce semanas después, un postest o evaluación final.

Antes de comenzar con las mediciones iniciales se seleccionaron los entrenadores personales que van a participar en el estudio. Estos entrenadores son alumnos y alumnas del Grado de Educación Primaria con mención en Educación Física de la Universidad de

Málaga. Todos realizaron una formación inicial en la cual se les explicó el procedimiento que iba a llevar a cabo el estudio y la metodología a utilizar, para que de esta forma sigan las mismas pautas y los procedimientos y protocolos no estuviesen contaminados. Por ello es de vital importancia que todos siguiesen las pautas establecidas sin realizar ninguna modificación. Además, recibieron una formación sobre la percepción subjetiva del ejercicio físico, ya que ésta nos muestra la relación existente entre la mente y el cuerpo. En este estudio utilizamos una de las escalas de percepción subjetiva del esfuerzo más utilizadas, la escala de Börg (Börg, 1982). En su forma original, esta escala cuenta con 15 escalas de valoración (tabla 3), pero para nuestro estudio usamos la modificada con tan solo 10 escalas de valoración para que a los participantes del estudio la respuesta les sea más sencilla a la hora de indicar su escala de percepción subjetiva del esfuerzo (en adelante, RPE) (tabla 4) (Alvero, 2018).

Tabla 3. Escala de Börg (Alvero, 2018)

Número	Percepción
6	No siente nada
7	Extremadamente suave
8	
9	Muy suave
10	
11	Suave
12	
13	Ligeramente fuerte
14	
15	Fuerte
16	
17	Muy fuerte
18	
19	Muy, muy fuerte
20	Esfuerzo máximo

Tabla 4. Escala de Börg modificada (Alvero, 2018)

Número	Percepción
0	Nada
1	Muy poco
2	Poco
3	Moderado
4	Un poco severo
5	Severo
6	
7	Muy severo
8	
9	Muy, muy severo
10	Máximo

Tras recibir dicha formación se les explicó la metodología que van a seguir las planificaciones tanto de EA como de EF y las pautas que han de seguir. La forma de comunicación con el encargado de la investigación fue a través de la aplicación de mensajería instantánea «WhatsApp», para de esta forma poder tener un contacto rápido y directo. A través de esta aplicación y de correo electrónico se les hace llegar a cada entrenador un video con los ejercicios y las actividades que van a tener que realizar los sujetos en cada una de las diferentes etapas de las planificaciones. A modo de ejemplo en la figura 9, tenemos una captura de pantalla de un ejercicio explicado en el video de la segunda etapa del entrenamiento del grupo de fuerza. Cada entrenador tenía un máximo de dos sujetos entrenando al mismo tiempo, aunque en la mayoría de los casos había un entrenador para cada sujeto por lo que tanto a nivel postural como de intensidad los sujetos estaban muy controlados.



Figura 9: Captura de pantalla de la planificación del EF

Respecto a los participantes, en la evaluación inicial debían de firmar un consentimiento informado del estudio en el cual se les comunicaba que en todo momento se preservaría su anonimato, ya que se siguen las consideraciones éticas de la Sport and Exercise Science Research (Harris et al., 2017) y que contarían con los principios incluidos en la declaración de Helsinki (2013), la cual define las pautas éticas para la investigación en seres humanos, siendo necesario para poder participar en el estudio el consentimiento de cada uno de los participantes. Igualmente, durante toda la intervención y posteriormente se actuó bajo lo dispuesto en la normativa española recogida en la ley orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, respecto a la protección de datos de carácter personal. Las evaluaciones iniciales se llevaron a cabo en dos años diferentes, en 2018 y en 2019, ya que en 2018 se llevó a cabo la planificación del grupo de EA y parte del GC y en 2019 la planificación del grupo de EF y la otra parte del GC.

Después de realizar las evaluaciones iniciales, se asignaron aleatoriamente a uno de los tres grupos de intervención; grupo de EA, grupo de EF y GC. Todos los exámenes de seguimiento se realizaron en el mismo laboratorio, concretamente en el Laboratorio de Motricidad Humana de la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad de Málaga y en ambas mediciones (inicial y final) fueron evaluados por los mismos investigadores. Una vez evaluados comenzaron a realizar las planificaciones de doce semanas de entrenamiento y tras finalizarlas volvieron a realizar una evaluación final con las mismas pruebas que realizaron en la inicial. Los tests que realizan son los que se describen a continuación en el apartado del procedimiento.

3. Procedimiento

Cada sujeto recibió un correo electrónico en el que se les informaba que iban a realizar una evaluación a la cual tenían que asistir con ropa cómoda y ligera, recomendando pantalones cortos y camiseta de mangas cortas, sin objetos metálicos y habiendo comido y bebido lo menor posible en las dos horas previas a la cita. A cada sujeto se le realizó una evaluación inicial, en la cual la altura (cm) y el peso corporal (kg) se midieron con una precisión de 0,1 cm y 0,1 kg, respectivamente, con el sujeto vestido con ropa cómoda y ligera y además debía de estar descalzo. Tras conocer su altura y peso corporal se determinó su índice IMC. Tras ello se le realizó una densitometría radiológica de doble energía (DEXA) de cuerpo entero para determinar la cantidad de masa grasa, porcentaje de grasa corporal y masa magra. Una vez finalizado el DEXA, pasan a realizar los cuatro test de condición física que componen el estudio. Primero realizaron el test de Ruffier (Sartor et al., 2016), utilizado para medir la resistencia aeróbica al esfuerzo de corta duración y la capacidad de recuperación cardíaca y para ello se utiliza un tensiómetro modelo Omrom M3, con el cual se midió en el brazo derecho frecuencia cardíaca en tres ocasiones, como bien se explica en el apartado de protocolos. A continuación, se realizó el test de dinamometría manual (Jakobsen, Rask y Kondrup, 2003) en ambas manos, utilizado para medir la fuerza estática y para el que se empleó un dinamómetro de mano digital modelo TKK-5401. Se realizaron 2 intentos con cada mano, y se anotó el de mejor resultado con una precisión de un kilogramo-fuerza (en adelante, Kgf). Tras estas dos primeras pruebas se realiza el Plate-tapping test (Tsigilis, Douda y Tokmakidis, 2002) utilizado para medir la velocidad y coordinación en las extremidades superiores y para el cual se utiliza la plataforma de madera del Plate-tapping. La mano no dominante es la que se coloca en el centro de la plataforma, mientras que la dominante es la que realiza los movimientos. Con un cronómetro se controló el tiempo desde el primer impacto hasta el último, anotándose el mejor resultado de los dos intentos realizados en segundos. Y por último el Sit and reach (Lemmink et al., 2003), usado para medir la flexibilidad general del sujeto, usando el cajón del específico para esta prueba, con un alcance de precisión de 5 mm. El test se realizó dos veces y se anotó el mejor resultado obtenido, anotándose el número de centímetros alcanzados en la escala trazada en la parte superior del cajón.

Para finalizar la evaluación cada sujeto respondió al cuestionario internacional de actividad física en su versión corta (IPAQ-SF) (Lee, Macfarlane, Lam y Stewart, 2011), en su modelo de encuesta auto-cumplimentada para de esta forma medir la cantidad de ejercicio físico realizado durante la semana anterior, así como a un cuestionario dietético, denominado recordatorio de veinticuatro horas (Gersovitz, Madden y Smiciklas-Wright, 1978). En el cual el sujeto debió de anotar con la mayor precisión posible todos los alimentos y bebidas consumidos en las últimas 24 horas, para medir la cantidad de kilocalorías ingeridas.

Una vez finalizada la evaluación inicial los sujetos se dividieron en tres grupos de forma aleatoria. Por un lado el GC, al cual no se le prescribió ningún programa de ejercicio físico, y por otro lado el grupo experimental que a su vez se divide en dos grupos. El grupo de EA que realizaron una planificación de doce semanas de entrenamiento aeróbico (tabla 5), y el grupo de EF que igualmente realiza una planificación de doce semanas pero en este caso de entrenamiento de fuerza (tabla 6). En ambos programas de entrenamiento cada semana contó con tres días de entrenamiento, los cuales tienen una duración de entre una hora y una hora y media por sesión. En el EA realizaban siempre el mismo calentamiento, consistente en un periodo de activación de cinco minutos realizando movilidad articular, más en concreto eran movimientos activos libres localizados en las cadenas cinéticas tanto superiores como inferiores. Además, en los entrenamientos que se indican diez minutos de calentamiento en lugar de cinco, se realizan otros cinco minutos de carrera continua a intensidad muy baja. Respecto al entrenamiento de fuerza tan solo realizan los cinco primeros minutos de movilidad articular que realizan en el entrenamiento aeróbico. Todas las sesiones estaban monitorizadas con la presencia de un entrenador personal que supervisaba tanto la cantidad como la intensidad de las sesiones, excluyéndose finalmente del estudio aquellos participantes que no cumplieran con al menos el 90% de las sesiones. El periodo de entrenamiento fue dividido en tres etapas para el grupo de EA y en cuatro etapas el EF, las cuales iban creciendo en cuanto a intensidad y fueron reguladas en función de la RPE, a través de la escala de Borg.

Tras finalizar el periodo de doce semanas de entrenamiento los sujetos volvieron a ser evaluados con el mismo procedimiento realizado en la evaluación inicial y por los mismos investigadores.

Tabla 5. Diseño de la planificación del grupo de EA durante la fase experimental.

Etapas	Semana		Contenido	Börg	
1	1	1	10' calentamiento + 5' carrera continua + 5' caminar +10' estirar + 5' carrera continua + 15' caminar + 10' estirar	5-6	
		2	5' calentamiento + 50' bici + 10' estirar		
		3	10' calentamiento + 5' carrera continua + 5' caminar +10' estirar + 5' carrera continua + 15' caminar + 10' estirar		
	2	1	5' calentamiento + 50' bici + 10' estirar		
		2	10' calentamiento + 10' carrera continua + 5' caminar +5' estirar + 10' carrera continua + 15' caminar + 10' estirar		
		3	5' calentamiento + 60' bici + 10' estirar		
	3	1	10' calentamiento + 15' carrera continua + 10' caminar + 15' carrera continua (acabando muy suave en intensidad) + 10' estirar	6-7	
		2	5' calentamiento + 60' bici + 10' estirar		
		3	10' calentamiento + 15' carrera continua + 10' caminar + 15' carrera continua (acabando muy suave en intensidad) + 10' estirar		
	4	1	5' calentamiento + 70' bici + 10' estirar		
		2	15' calentamiento + 15' carrera continua + 5' caminar + 15' carrera continua + 10' estirar		
		3	Jornada de convivencia		
Observaciones: Todo se realiza en un terreno sin inclinación. «Bici» es bicicleta					
Etapas	Semana		Contenido	Börg	
2	1	1	10' calentamiento + 5' carrera continua + 5' caminar (con pendiente) +10' estirar + 5' carrera continua + 15' caminar (a ser posible los 10' en pendiente y los últimos 5' suaves sin pendiente) + 10' estirar	6-7	
		2	5' calentamiento + 50' bici (a ser posible en intercalar con pendientes, no más de 8' de pendiente) + 10' estirar		
		3	10' calentamiento + 5' carrera continua + 5' caminar (con pendiente) +10' estirar + 5' carrera continua + 15' caminar (10' en pendiente y los últimos 5' suaves sin pendiente) + 10' estirar		
	2	1	5' calentamiento + 50' bici (con 10' de pendiente) + 10' estirar		
		2	10' calentamiento + 10' carrera continua (5' en pendiente) + 5' caminar (sin pendiente) +5' estirar + 10' carrera continua (5' en pendiente) + 15' caminar (sin pendiente) + 10' estirar		
		3	5' calentamiento + 60' bici (15' de pendiente) + 10' estirar		
	3	1	10' calentamiento + 10' carrera continua (intercalar con pendientes) + 10' caminar (sin pendiente) + 15' carrera continua (intercalar con pendientes, acabando muy suave en intensidad) + 10' estirar		7-8
		2	5' calentamiento + 50' bici (20' de pendiente) + 10' estirar		
		3	Jornada de convivencia en el pabellón de la Universidad de Málaga		
	4	1	10' calentamiento + 15' carrera continua (10' con pendiente) + 5' caminar (a ser posible en llano) + 15' carrera continua (los 5' primeros con pendiente, acabando muy suave en intensidad) + 10' estirar		
		2	5' calentamiento + 60' bici (25' de pendiente) + 10' estirar		
		3	10' calentamiento + 20' carrera continua (10' con pendiente) + 5' caminar (sin pendiente) + 20' carrera continua (los 5' primeros en pendiente, acabando muy suave en intensidad) + 10' estirar		
Observaciones: la pendiente o inclinación del terreno no debe de ser superior al 5%					

Etap	Semana	Contenido		Börg
3	1	1	10' calentamiento + 5' carrera continua + 5' caminar (con pendiente) + 5' carrera continua + 15' caminar (10' con pendiente y los últimos 5' suaves sin pendiente) + 10' estirar	7-8
		2	5' calentamiento + 50' bici (intercalar con pendientes, con un total de 15' de pendiente) + 10' estirar	
		3	10' calentamiento + 5' carrera continua + 5' caminar (con pendiente) + 5' carrera continua + 15' caminar (10' con pendiente y los últimos 5' sin pendiente) + 10' estirar	
	2	1	5' calentamiento + 50' bici (15' sin pendiente + 20' de pendiente + 15' sin pendiente) + 10' estirar	
		2	10' calentamiento + 10' carrera continua (a ser posible 5' en pendiente) + 5' caminar (a ser posible en llano) + 10' carrera continua (a ser posible 5' en pendiente) + 15' caminar (sin pendiente) + 10' estirar	
		3	5' calentamiento + 60' bici (15' sin pendiente + 25' de pendiente + 20' sin pendiente) + 10' estirar	
	3	1	10' calentamiento + 10' carrera continua (intercalar con pendientes) + 10' caminar (a ser posible en llano) + 15' carrera continua (intercalando con pendientes, acabando muy suave en intensidad) + 10' estirar	
		2	5' calentamiento + 50' bici (10' sin pendiente + 30' de pendiente + 10' sin pendiente) + 10' estirar	
		3	10' calentamiento + 10' carrera continua (con pendiente) + 10' caminar (sin pendiente) + 15' carrera continua (con pendiente, acabando muy suave en intensidad) + 10' estirar	
	4	1	10' calentamiento + 15' carrera continua (10' en pendiente) + 5' caminar (sin pendiente) + 15' carrera continua (los 10' primeros con pendiente, acabando muy suave en intensidad) + 10' estirar	
		2	5' calentamiento + 60' bici (10' sin pendiente + 30' de pendiente + 10' sin pendiente) + 10' estirar	
		3	10' calentamiento + 20' carrera continua (10' con pendiente) + 5' caminar (sin pendiente) + 20' carrera continua (los 15' primeros con pendiente, acabando muy suave en intensidad) + 10' estirar	
Observaciones: la pendiente ha de ser menor de un 10% y mayor de un 3%				

Tabla 6. Diseño de la planificación del grupo de EF durante la fase experimental.

Primera etapa				
semana	Repeticiones del bloque	Ejercicio	Repeticiones/ tiempo	Börg
1	4	Superman	8/8	5-6
		Plancha frontal apoyando rodillas	2x15'' recuperando 5''	
		Plancha lateral apoyando rodillas	2x15'' recuperando 5''	
		Puente de glúteo	15	
2	4	Subida de banco	8/8	
		Flexiones isométricas apoyando rodillas	2x10'' recuperando 5''	
		Sentadillas isométricas	2x10'' recuperando 5''	
		Deltoides frontal	2x15'' recuperando 5''	
3	4	Flexiones apoyando rodillas	8	
		Puente isquiotibiales	8/8	
		Pequeños fondos de tríceps	8	
		Gemelos	10/10	
Observaciones: Calentamiento 5'				

Segunda etapa					
Semana	Repeticiones del bloque	Ejercicio	Repeticiones/ tiempo	Börg	
1	4	Plancha frontal	2x15'' recuperando 5''	6-7	
		Plancha lateral	2x15'' recuperando 10''		
		Puente glúteo isométrico	3x10'' recuperando 5''		
2	4	Sentadillas laterales	2x5/5 recuperando 10''		
		Flexiones con rodillas apoyadas	2x8 recuperando 10''		
		Subida de banco lateral	2x10/10		
		Deltoides lateral	2x15'' recuperando 5''		
3	4	Flexiones con rodillas	10		
		Puente isquiotibiales mayor extensión	8/8		
		Flexiones de tríceps	8/8		
		Sentadillas aguantando isométrico en cada repetición	2x 10 aguantando abajo 2'' y recuperando 10''		
Observaciones: Calentamiento 5'					
Tercera etapa					
Semana	Repeticiones del bloque	Ejercicio	Repeticiones/ tiempo	Börg	
1	4	Plancha frontal levantando piernas	2x10/10 recuperando 10''	6-7	
		Plancha lateral tocando codo con rodilla	2x8/8 recuperando 10''		
		Aperturas laterales en decúbito lateral en tres posiciones	12/12/12		
2	4	Zancadas frontales	10/10		
		Flexiones con rodillas apoyadas	3x10 recuperando 10''		
		Zancadas laterales	10/10		
		Deltoides frontal realizando círculos	2x15'' recuperando 5''		
3	4	Flexiones con rodillas	15		
		Puente isquiotibiales máxima extensión	8/8		
		Sentadillas con punteras hacia fuera aguantando isométrico en cada repetición	2x 10 aguantando abajo 2'' y recuperando 10''		
Observaciones: Calentamiento 5'					
Cuarta etapa					
Semana	Repeticiones del bloque	Ejercicio	Repeticiones/ tiempo		Börg
1	4	Plancha frontal Transformer	5/5	7-8	
		Plancha lateral tocando codo con rodilla	2x8/8		
		Aperturas laterales en decúbito lateral en tres posiciones	12/12/12		
2	4	Zancadas laterales	12/12		
		Flexiones con rodillas aguantando isométrico 2''	2x10 aguantando isométrico 2''		
		Plancha frontal quitando apoyos alternativamente	4		
		Sentadillas + zancadas	10 + 5/5		
3	4	Puente isquiotibiales en banco	8/8		
		Sentadillas con salto + isométrico	10 con 2'' isométrico abajo		
		Spiderman	2x 10/10		
Observaciones: Calentamiento 5'					

4. Instrumentos

4.1 Tallímetro

Se utilizó un únicamente durante el pretest, ya que la edad de los sujetos y el tiempo en el que transcurre la investigación, doce semanas, no influye. La altura de los sujetos se tomó con un tallímetro de pared (Seca modelo 213, Alemania) con una precisión de 1mm y una altura máxima de 2,10 m.



Figura 10. Tallímetro con precisión 1 mm

4.2 Báscula

Para pesarlos fue utilizada una báscula marca Tanita modelo BC730, la cual soporta un peso máximo de 150 kg con una precisión de 100 gramos.



Figura 11. Báscula con precisión 100 gr

4.3 Densitómetro

Para medir los porcentajes de masa grasa, la masa magra total y masa grasa total se utilizó un equipo de densitometría radiológica de doble energía (DEXA, Hologic Explorer, Estados Unidos).



Figura 12. Equipo de densitometría radiológica de doble energía

4.4 Cajón Sit and reach

El cajón del Sit and reach tiene una precisión de 5mm y se utilizó para medir la flexibilidad del sujeto.



Figura 13. Cajón para medir el Sit and reach test

4.5 Plataforma Plate-tapping

Esta plataforma se utilizó para medir la velocidad en las extremidades superiores.

La plataforma es una placa de madera que contiene dos discos de 20 centímetros de diámetro, los cuales están fijados horizontalmente a una distancia de 80 centímetros, de tal manera que los bordes próximos disten 60 centímetros entre sí; en la mitad de la distancia entre los discos se fija una placa rectangular de 10 por 20 centímetros.

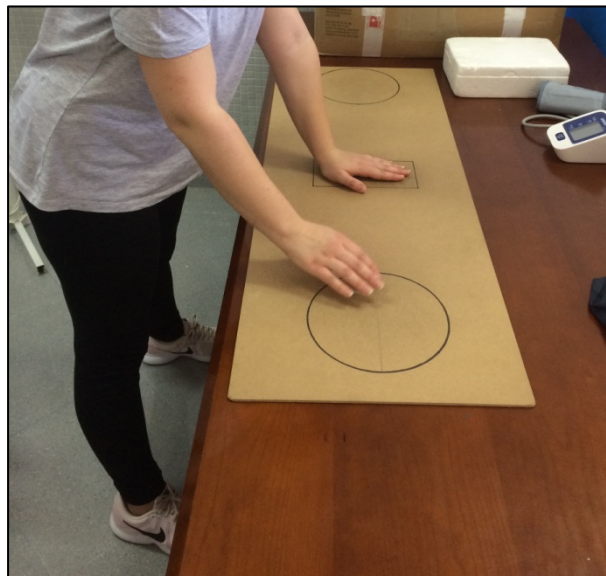


Figura 14. Plataforma para realizar el plate-tapping test

4.6 Tensiómetro

Se utilizó un tensiómetro para medir su frecuencia cardiaca y también en el test de Ruffier. El modelo utilizado es un Omrom M3 que posee un manguito de 22 a 42 cm.



Figura 15. Tensiómetro

4.7 Dinamómetro

Para el test de dinamometría manual se utilizó un dinamómetro de mano digital modelo TKK-5401 el cual puede mostrar la medida de los valores máximos de la fuerza de flexión estática para ambos brazos y posee un arco de medida de 0,5 a 100 Kgf y una unidad mínima de medida 0,1 Kgf.



Figura 16. Dinamómetro manual

5. Protocolos

Los sujetos fueron citados uno a uno para ser evaluados en el Laboratorio de Motricidad Humana de la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad de Málaga y allí fueron recepcionados por el encargado de la investigación y otros evaluadores. Tanto la evaluación inicial como la final es realizada por los mismos evaluadores. En todos los test y medidas se les fue indicando a los sujetos de forma oral lo que deben de hacer y además se les realizó una pequeña demostración práctica de lo que tienen que hacer para que de esta forma les sea mas sencillo realizar una correcta ejecución.

5.1 Medidas básicas

Tras firmar el consentimiento informado, como primera toma de contacto de los participantes en la investigación, se llevaron a cabo las siguientes mediciones.

5.1.1 Estatura en bipedestación

Se midió la distancia que existe entre el vértex y el plano de sustentación. El sujeto se colocó de pie, descalzo, de espaldas a la pared, completamente estirado, con los talones juntos y apoyados en el tope posterior y de forma que los bordes internos de los pies formen un ángulo de aproximadamente sesenta grados. Los glúteos y la zona dorsal contactan con la tabla vertical del tallímetro.

El sujeto colocó la cabeza en el plano de Frankfurt (figura 17) y realizó una tracción de la cabeza a nivel de los procesos mastoides, para facilitar la extensión completa de la columna vertebral. Se indicó al sujeto que realizase una inspiración profunda sin levantar la planta de los pies y manteniendo la posición de la cabeza. Se descendió lentamente la plataforma horizontal del tallímetro hasta contactar con la cabeza del sujeto, ejerciendo una suave presión para minimizar el efecto del pelo.

La medición se realiza dos veces de forma alternativa. Si existe una diferencia de más de un centímetro entre las dos mediciones, entonces se realizó una tercera y se descartó la medición más distal. Por lo tanto, el resultado es la media de las dos mediciones válidas.

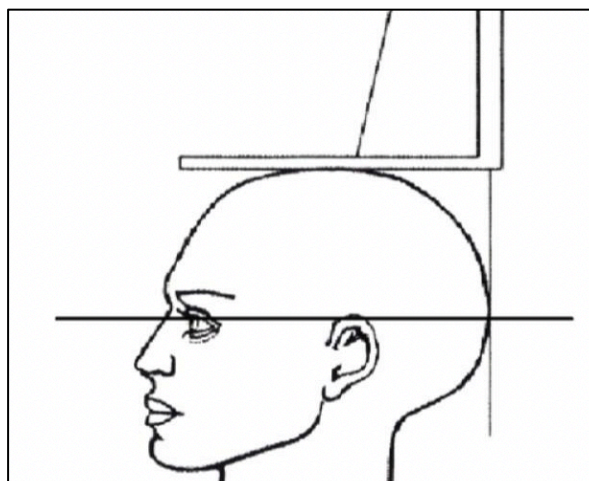


Figura 17. Plano de frankfurt

5.1.2 Peso

El sujeto se situó de pie en el centro de la plataforma de la báscula distribuyendo el peso por igual en ambas piernas, sin que el cuerpo este en contacto con nada que haya alrededor y con los brazos colgando libremente a ambos lados del cuerpo. La medida se realizó con la persona sin zapatos ni adornos personales y con la menor ropa posible. El sujeto se midió sin que viese el registro. Se anotó el peso en kg con una precisión de aproximadamente cien gramos. La medición se realizó dos veces de forma alternativa. Si existía una diferencia de más de medio kilogramo entre las dos mediciones, entonces se realizó una tercera medición y se descartó la medición más distal. Por lo tanto, el resultado es la media de las dos mediciones válidas.

5.2 Densitometría

Tras comprobar que los sujetos confirman que no se han duchado o bañado, realizado ejercicio intenso, bebido líquido o ingerido comida en las últimas dos horas se dio comienzo a la prueba. Los sujetos se tumbaron en decúbito supino sobre la camilla donde se encuentra el DEXA. En ella estaban sin zapatos ni adornos personales, con la menor ropa posible y sin artículos de metal. La posición es con cabeza en plano de Frankfort, palma de las manos apoyadas y la punta de los pies ligeramente inclinadas hacia dentro. Se realizó una primera medición que dura siete minutos y 35 segundos y se analizó para comprobar que no había habido errores. En el caso de que hubiese algún tipo de error se realizaba una segunda medición.

5.3 Tests de condición física

A continuación se describen los protocolos de los diferentes tests que se realizaron tanto en la evaluación inicial como en la evaluación final.

5.3.1 Ruffier test

El sujeto se sentó durante cinco minutos para a continuación tomarle la frecuencia cardíaca en reposo (FC1). Esta medición se realizó sentado, con el brazo apoyado en una mesa y medido con el tensiómetro descrito anteriormente. La frecuencia cardíaca fue registrada en pulsaciones por minuto. Tras realizar esta primera medida, el evaluador dió la señal para que el sujeto realizara treinta sentadillas hasta llegar a una profundidad no superior a los noventa grados en cuarenta y cinco segundos. Tras finalizar, se vuelve a medir las pulsaciones (FC2) y un minuto después de haber finalizado la prueba se vuelve a tomar las pulsaciones (FC3). Siguiendo a Grosser y col. (1988) se aplicó la fórmula: $((FC1+FC2+FC3)-200) / 10$. Con la cual conocemos su nivel de resistencia aeróbica al esfuerzo de corta duración.



Figura 18. Test de Ruffier

5.3.2 Plate-tapping test

El sujeto se queda delante de la mesa, de pie, en una posición cómoda y con los pies ligeramente separados. Coloca la mano no dominante en el centro de la placa, donde se ubica un rectángulo, y con la mano hábil tiene que tocar alternativamente los dos discos lo más rápidamente que pueda, pasando cada vez por encima de la mano situada en el centro. El evaluador da la señal y acciona el cronómetro, mientras que el sujeto tiene que hacer 25 ciclos de ida y vuelta golpeando con la mano los discos, sin parar hasta oír la voz de «Stop» del evaluador. El test se realiza dos veces y se contabiliza el mejor resultado obtenido, registrándose el tiempo en décimas de segundo.



Figura 19. Plate-tapping test

5.3.3 Test de dinamometría manual

Para comenzar se midió la dimensión de la mano del sujeto que va a realizar el test para a continuación adecuarle la zona de agarre del dinamómetro en función de la longitud de su mano. Las mediciones se realizaron en condiciones estandarizadas, con los

participantes en posición de bipedestación, el codo ligeramente flexionado, la zona de agarre ajustada a la posición de cada sujeto, no pudiendo en ningún momento apoyar el dinamómetro en su propio cuerpo. Tras ello se le dio la señal para que apliquen la fuerza de agarre máxima de 3 a 5 segundos. El procedimiento se realizó dos veces con cada mano alternativamente, con un intervalo de un minuto entre cada medición. Se consideró el valor más alto de los dos resultados para cada mano. El resultado es anotado por el evaluador con una precisión de un kilogramo-fuerza.



Figura 20. Test de dinamometría manual

5.3.4 Sit and reach test

El sujeto se coloca sentado frente al cajón apoyando ambos pies en su parte frontal y la punta de los dedos en el borde de la placa horizontal. Manteniendo las rodillas extendidas, hombros flexionados noventa grados y codos extendidos, flexiona el tronco adelante intentando alcanzar la máxima distancia posible. Para ello tiene que empujar una barra con los dedos de forma progresiva, sin movimientos bruscos y con las manos extendidas.

Debe mantenerse inmóvil sin rebotar en la posición de máxima flexión durante al menos dos segundos. El test se realiza dos veces y se anota el mejor resultado obtenido, anotándose el número de centímetros alcanzados en la escala trazada en la parte superior del cajón.



Figura 21. Test de sit and reach

6. Análisis de datos

Los datos se compilaron en una hoja de Excel desde el software generado por los evaluadores, recogiendo la edad, talla, peso, IMC, respuestas del IPAQ-SF, respuestas del recordatorio de veinticuatro horas, los resultados de los diferentes test y las filiaciones de los participantes.

Una vez recogida la información mencionada, se volcaron los datos en el programa SPSS Statistics V.22 para realizar el tratamiento que aparece en el apartado de resultados.

Referencias bibliográficas

Börg, G. (1982). Psychophysical bases of perceived exertion. *Medicine Science in Sports Exercise*, 14(5), 337–381.

Grosser, m. y Starischka s. (1988). *Test de la Condición Física*. Barcelona, «Deportes técnicas» Martínez Roca.

Gersovitz, M., Madden, J. P., & Smiciklas-Wright, H. (1978). Validity of the 24-hr. dietary recall and seven-day record for group comparisons. *Journal of the American Dietetic Association*, 73(1), 48–55.

Harris, D., Macsween, A., y Atkinson, G. (2017). Standards for Ethics in Sport and Exercise Science Research: 2018 Update. *International Journal of Sports Medicine*, 38(14), 1126–1131

Hernández, R., Fernández, C., Baptista, P. (2000). *Metodología de la investigación*. (2a Edición). México: Mc Graw Hill.

Jakobsen, L. H., Rask, I. K., & Kondrup, J. (2010). Validation of handgrip strength and endurance as a measure of physical function and quality of life in healthy subjects and patients. *Nutrition* (Burbank, Los Angeles County, Calif.), 26(5), 542–550. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2009.06.015>

Lee, P. H., Macfarlane, D. J., Lam, T. H., & Stewart, S. M. (2011). Validity of the International Physical Activity Questionnaire Short Form (IPAQ-SF): a systematic review. *The international journal of behavioral nutrition and physical activity*, 8, 115. <https://doi.org/10.1186/1479-5868-8-115>

Lemmink, K. A., Kemper, H. C., de Greef, M. H., Rispen, P., & Stevens, M. (2003). The validity of the sit-and-reach test and the modified sit-and-reach test in middle-aged to older men and women. *Research quarterly for exercise and sport*, 74(3), 331–336. <https://doi.org/10.1080/02701367.2003.10609099>

Organización Mundial de la Salud. Obesidad y sobrepeso. (2018) Datos y cifras. 2017. Recuperado el 10 de agosto de 2018 de <http://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>

Sartor, F., Bonato, M., Papini, G., Bosio, A., Mohammed, R. A., Bonomi, A. G., Moore, J. P., Merati, G., La Torre, A., & Kubis, H. P. (2016). A 45-Second Self-Test for Cardiorespiratory Fitness: Heart Rate-Based Estimation in Healthy Individuals. *PloS one*, 11(12), e0168154. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0168154>

Tsigilis, N., Douda, H., & Tokmakidis, S. P. (2002). Test-retest reliability of the Eurofit test battery administered to university students. *Perceptual and motor skills*, 95(3 Pt 2), 1295–1300. <https://doi.org/10.2466/pms.2002.95.3f.1295>

World Medical Association Declaration of Helsinki. (2013). *JAMA*, 310(20), 2191.

CAPÍTULO IV

RESUMEN GLOBAL DE LOS RESULTADOS

RESUMEN GLOBAL DE LOS RESULTADOS

1. Introducción

A continuación, se presentan los resultados de los cinco estudios realizados en la investigación REPHASSO. Se puede observar el título de los artículos, donde se han publicado y su cita en la tabla 7.

Tabla 7. Artículos que componen la investigación

Artículos	Revista	Cita
Effects of twelve weeks program of aerobic training in young male	Journal of Human Sport and Exercise. Base de datos: SJR. Factor de Impacto: 0.257	Fernández-García, J., Gálvez Fernández, I., y Gavala González, J. (2020). Effects of twelve weeks program of aerobic training in young male. Journal of Human Sport and Exercise, 15(4), in press. Doi: https://doi.org/10.14198/jhse.2020.154.10
Longitudinal study on weight loss in young women	Journal of Sport and Health Research. Base de datos: SJR Factor de Impacto: Emerging	Fernández-García, J.C.; Gálvez-Fernández, I.; Gavala-González, J. (2019). Estudio longitudinal sobre la pérdida de peso en mujeres jóvenes. Journal of Sport and Health Research. 11(Supl 1):105-114.
Modification of body composition and energy expenditure in young women after an aerobic training program	Retos. Base de datos: SJR Factor de Impacto: 0.299	Fernández García, J., Gálvez Fernández, I., y Gavala González, J. (2019). Modificación de la composición corporal y del gasto energético en mujeres jóvenes tras un programa de entrenamiento aeróbico (Modification of body composition and energy expenditure in young women after an aerobic training program). Retos, 38(38), 114-117.
Energy expenditure and weight loss with aerobic exercise: A longitudinal study in young adults	Journal of Human Sport and Exercise. Base de datos: SJR. Factor de Impacto: 0.257	Galvez, I., Fernández, J.C., y Gavala, J. (2019). Energy expenditure and weight loss with aerobic exercise: A longitudinal study in young adults. Journal of Human Sport and Exercise, 14(4proc), S713- S723. Doi: https://doi.org/10.14198/jhse.2019.14.Proc4.32
Longitudinal study of body composition and energy expenditure in overweight or obese young adults	Scientific Reports. Base de datos: JCR Factor de Impacto: 4.525	Fernández-García, J.C., Gálvez-Fernández, I., Mercadé-Melé, P. y Gavala González, J. (2020). Longitudinal study of body composition and energy expenditure in overweight or obese young adults. sci rep 10, 5305 Doi: https://doi.org/10.1038/s41598-020-62249-8

En todos los artículos se realizó la prueba de Kolmogorov - Smirnov con el fin de comprobar la normalidad de las distribuciones de los resultados de las variables de estudio empleadas en la investigación. Una vez conocida la normalidad de la distribución de la muestra, se realizó un análisis descriptivo y de contraste, prueba t para muestras relacionadas, al objeto de comprobar si el tratamiento de la fase experimenta había surtido algún efecto en las variables evaluadas. El tamaño del efecto (η^2) se utilizó para

cuantificar el tamaño de la diferencia que se observó entre ambos grupos. De acuerdo con esto, podríamos decir que esta es una verdadera medida de la importancia de tal diferencia (Coe, 2003)¹. Los valores umbral para los tamaños del efecto de Cohen detectados en una prueba t (d) son 0,20 para efectos pequeños y 0,50 para efectos moderados y 0,80 para efectos grandes. En el quinto artículo se realizó un análisis de covarianza entre los grupos experimentales en varias variables dependientes. El tipo de el entrenamiento se consideró como una variable independiente con tres niveles un grupo control y dos grupos experimentales. Además se realizaron las medias ajustadas para grupo control, grupo aeróbico y grupo de fuerza de cada variable dependiente, estadísticas F y valor p y la prueba de comparación múltiple de Bonferroni. Para analizar el IPAQ-SF, se realiza la comparación de dos muestras relacionadas y la prueba de Wilcoxon. Con respecto a la dieta, se realizó una prueba de muestras pareadas para determinar si existían diferencias en la dieta antes y después de realizar lo programas de entrenamiento. Por último, se comparan los datos obtenidos en el grupo de entrenamiento aeróbico tanto del IPAQ-SF como de las diferentes variables antropométricas estudiadas entre sexos.

¹ Coe, R. y Merino, C. (2003). Magnitud del efecto: Una guía para investigadores y usuarios. *Rev Psicol*, 1 (1):147-77.

1.1 Estudio I: Effects of twelve weeks program of aerobic training in young male



Original Article

Effects of twelve weeks program of aerobic training in young male

JOSÉ CARLOS FERNÁNDEZ-GARCÍA¹, ISMAEL GÁLVEZ-FERNÁNDEZ² , JUAN GAVALA-GONZÁLEZ³


¹Andalucía-Tech, IBIMA, University of Malaga, Malaga, Spain

²Andalucía-Tech, University of Malaga, Malaga, Spain

³University of Seville, Seville, Spain

Cite this article as:

Fernández-García, J.C., Gálvez-Fernández, I., & Gavala-González, J. (2019). Effects of twelve weeks program of aerobic training in young male. *Journal of Human Sport and Exercise*, in press. doi:<https://doi.org/10.14198/jhse.2020.154.10>

 **Corresponding author.** *Facultad de Ciencias de la Educación, Campus Universitario de Teatinos, s/n. Universidad de Málaga.* 29071 Málaga. Spain. <https://orcid.org/0000-0002-6923-9779>

E-mail: ismaelgalf@uma.es

Submitted for publication July 2019

Accepted for publication September 2019

Published in press November 2019

JOURNAL OF HUMAN SPORT & EXERCISE ISSN 1988-5202

© Faculty of Education. University of Alicante

doi:10.14198/jhse.2020.154.10

VOLUME -- | ISSUE - | 2019 | 1

Abstract

The purpose of this study was to determine the effects of a twelve-week aerobic training program on the body composition of overweight or obese young men. The sample consisted of 21 males of 21.86 ± 1.85 years old. The training was carried out for twelve weeks, running it 3 times a week for a period of 60 to 90 minutes. Before and after the program, their weight, height, body mass index, percentage of lean mass, percentage of fat mass through bone densitometry were evaluated. It's concluded that the aerobic training of twelve weeks of duration in young men with overweight or obesity produces improvements in the studied parameters, being able to influence with this in the improvement of the health and quality of life of these population.

Los principales hallazgos de este artículo son las diferentes mejoras que se producen en el peso, con una pérdida de 1.87 kg, en el IMC con una disminución de 0.61 kg/m^2 , en la grasa corporal total con una pérdida de 1,509 kg y en el porcentaje de grasa corporal total, con una disminución de 1,4%. Cabe destacar que todas estas mejoras son significativas como se puede observar en la tabla 8. La Masa magra es la única variable que no ha sufrido una mejora estadísticamente significativa, pero que aún así si que ha aumentado en 0,29 kg, como se puede observar en la figura 22.

Tabla 8. Estadísticos de la muestra de estudio (n=21), en las dos tomas de datos (media \pm DS)

	Pretest	Posttest	p
Peso (kg)	91,02 \pm 17,43	89,15 \pm 17,23	,010
IMC (kg/m²)	29,88 \pm 4,52	29,27 \pm 4,49	,010
Grasa corporal total (g)	27725,23 \pm 9605,70	26216,24 \pm 9942,15	,013
Masa magra total (g)	63556,67 \pm 9025,16	63846,37 \pm 9068,55	,572
Porcentaje grasa corporal total (%)	29,75 \pm 5,64	28,35 \pm 6,57	,007

Valor de significación de $p \leq 0.05$.

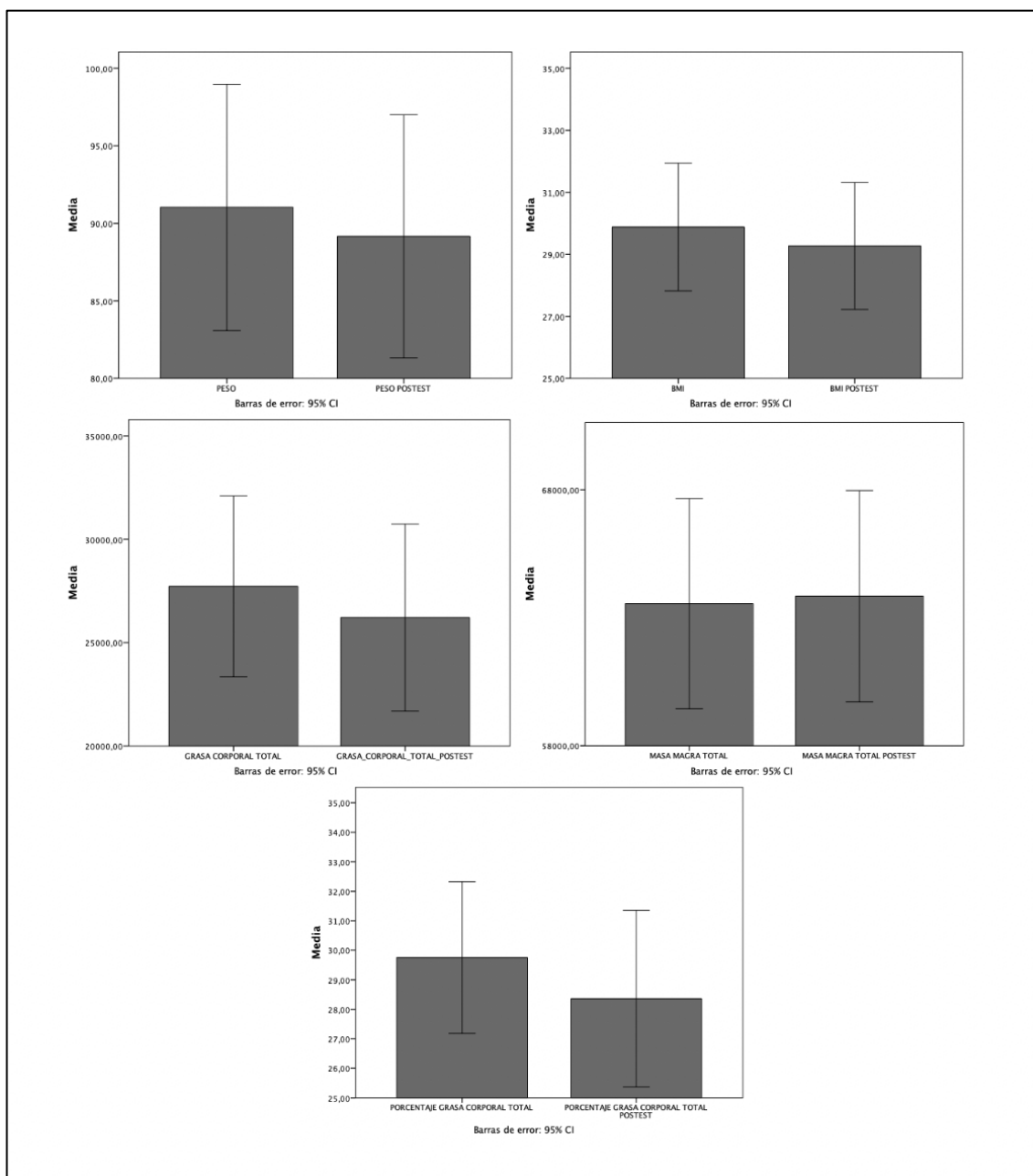


Figura 22. Compilación de los gráficos comparando el antes y el después de las variables estudiadas

A modo de conclusión cabe destacar que se observó una mejora estadísticamente significativa en las diferentes variables estudiadas, destacando la pérdida de peso y el porcentaje de grasa corporal después de llevar a cabo un programa de entrenamiento aeróbico de doce semanas en hombres jóvenes.

1.2 Estudio II: Longitudinal study on weight loss in young women

Journal of Sport and Health Research

Journal SHR

105



Journal of Sport and Health Research

2019, 11(Supl 1):105-114

Fernández-García, J.C.; Gálvez-Fernández, I.; Gavala-González, J. (2019). Estudio longitudinal sobre la pérdida de peso en mujeres jóvenes. *Journal of Sport and Health Research*. 11(Supl 1):105-114.

Original

ESTUDIO LONGITUDINAL SOBRE LA PÉRDIDA DE PESO EN MUJERES JÓVENES

LONGITUDINAL STUDY ON WEIGHT LOSS IN YOUNG WOMEN

Fernández-García, J.C.¹; Gálvez-Fernández, I.²; Gavala-González, J.³.

¹Universidad de Málaga, Andalucía-Tech, IBIMA

²Universidad de Málaga

³Universidad de Sevilla

Correspondence to:

Fernández-García, JC

Universidad de Málaga

Facultad de CCEE. Campus

Universitario de Teatinos s/n. 29071

+34 952 132 473

Email: jcfg@uma.es

Edited by: D.A.A. Scientific Section
Martos (Spain)



Received: 13/03/19
Accepted: 07/05/19

J Sport Health Res

ISSN: 1989-6239

Abstract

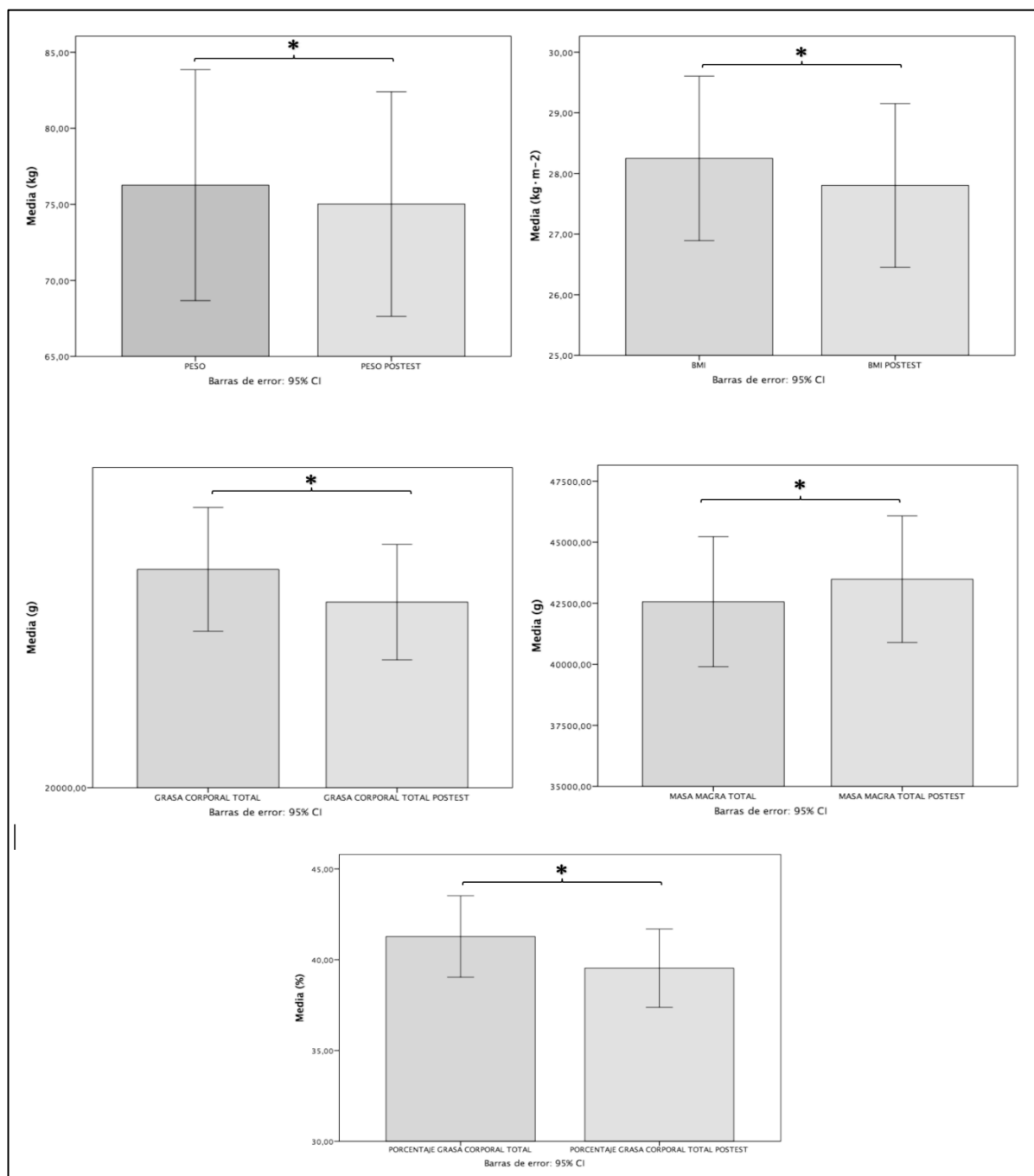
The aim of this research was to know if exclusively an aerobic training program, that is, without nutritional recommendations or psychological support, had any effect on the body composition in overweight or obese young women. The sample was composed by 14 women aged $23,14 \pm 3,01$ years. Incremental aerobic exercise was prescribed for 12 weeks. Each week consisted of three non-consecutive days of 60 to 90 minutes in length. Their weight, body mass index (BMI), total body fat, total lean mass, and percentage of total body fat were recorded before and after treatment. Height was only recorded at the start of the program. Our data show that an exclusively aerobic training of 12 weeks' duration in young women with obesity or overweight can produce improvements not only in weight loss, and therefore on the BMI, but also in the fatty and lean components, thereby affecting the improvement of health and quality of life.

Los principales hallazgos de este artículo están relacionados con la composición corporal, como podemos observar en la figura 23, donde comparamos las diferentes variables antes y después de realizar el programa de entrenamiento. Las mujeres jóvenes disminuyen su peso corporal en 1.24 kg, su IMC disminuyó 0.44 kg/m^2 , al igual que lo hicieron la grasa corporal con 1.504 kg y el porcentaje total de grasa corporal 1.75%. Además su masa magra aumenta 0.921 kg. Todas estas mejoras son estadísticamente significativas, como podemos observar en la tabla 9.

Tabla 9. Estadísticos descriptivos (n=14) y de contraste (M \pm DS)

	Pretest	Posttest	<i>p</i>
Peso (kg)	76,26 \pm 13,14	75,02 \pm 12,78	,013
IMC (kg/m²)	28,24 \pm 2,34	27,80 \pm 2,34	,015
Grasa corporal total (g)	30050,54 \pm 4938,31	28546,45 \pm 4605,21	,002
Masa magra total (g)	42564,01 \pm 4612,86	43485,01 \pm 4489,34	,001
Grasa corporal total (%)	41,28 \pm 3,88	39,53 \pm 3,73	,001

Valor de significación de $p \leq 0.05$



* $p < 0,05$

Figura 23. Compilación de los gráficos comparando pretest y posttest de las variables estudiadas

Como conclusiones de este estudio en mujeres jóvenes de 18 a 25 años se destacan las diferentes mejoras estadísticamente significativas que se producen en todas las variables antropométricas analizadas en este estudio. Cabe destacar que no solo se produce una pérdida de peso, IMC, grasa corporal total y porcentaje de grasa corporal total, sino que también se produce un aumento de la masa magra realizando exclusivamente un programa de ejercicio aeróbico.

1.3 Estudio III: Modification of body composition and energy expenditure in young women after an aerobic training program



INICIO ACERCA DE ACCESO A USUARIOS NUEVOS USUARIOS BUSCAR ACTUAL ARCHIVOS ANUNCIOS NORMAS
PARA AUTORES ENVÍO ARTÍCULO Nº 38 EN ELABORACIÓN JULIO 2020 Nº 39 EN ELABORACIÓN ENERO 2021

[Inicio](#) > [Núm. 38 \(2020\)](#) > [Fernández García](#)

Modificación de la composición corporal y del gasto energético en mujeres jóvenes tras un programa de entrenamiento aeróbico (Modification of body composition and energy expenditure in young women after an aerobic training program)

José Carlos Fernández García, Ismael Gálvez Fernández, Juan Gavala González

2020, *Retos*, 38, 114-117

© Copyright: Federación Española de Asociaciones de Docentes de Educación Física (FEADEF) ISSN: Edición impresa: 1579-1726. Edición Web: 1988-2041 (www.retos.org)

Modificación de la composición corporal y del gasto energético en mujeres jóvenes tras un programa de entrenamiento aeróbico Body composition and energy expenditure modifications in young women after an aerobic training program

*José Carlos Fernández García, *Ismael Gálvez Fernández, **Juan Gavala González

*Universidad de Málaga, Andalucía-Tech (España), **Universidad de Sevilla (España)

Ismael Gálvez Fernández
ismaelgalf@uma.es

Abstract

The aim of this study was to analyze how a twelve-week aerobic training program affected body composition and amount of physical activity in overweight or obese young women. The sample consisted of 14 women aged $23,14 \pm 3,01$ years old and with an initial body mass index (BMI) of $27,86 \pm 1,92$ kg/m². The training was carried out for twelve weeks, running three times a week with session durations between 60 and 90 minutes. Before and after the program participants underwent anthropometric evaluation and filled out the IPAQ-SF questionnaire. Data were classified as sedentary, light, moderate, or intense according to the general recommendations of the World Health Organization. As a conclusion, the twelve-week aerobic training in young overweight or obese women can foster a decrease in their sedentary habits, a loss of weight, fat mass, and BMI, as well as an increase in their lean mass; thus, it may be able to influence their quality of life and also the improvement of their health.

En este artículo los hallazgos principales están relacionados con el gasto energético. Podemos observar en la tabla 10 como todas las variables presentan una mejoría, pero no solo eso, sino que además lo hacen con diferencias estadísticamente significativas y con un tamaño del efecto grande ($>0,80$).

Tabla 10. Estadísticos descriptivos y de contraste (Media \pm Desviación Standard) de los METS (n=14)

	Pretest	Posttest	<i>p</i>	<i>d</i>
METS min/sem vigoroso	196,36 \pm 318,72	2901,81 \pm 874,96	,000	4,10
METS min/sem moderado	158,18 \pm 221,71	1296,36 \pm 549,96	,000	2,71
METS min/sem caminando	741,01 \pm 634,01	1755,01 \pm 753,79	,003	1,4
METS min/sem totales	1095,54 \pm 878,59	5953,18 \pm 1224,23	,000	4,5

Valor de significación de $p \leq 0.05$; min/sem = minutos a la semana

Esto nos indica que en tan solo doce semanas y únicamente prescribiendo entrenamiento aeróbico, las mujeres jóvenes con sobrepeso u obesidad, aumentaron los METS vigorosos en un total de 2705, los moderados en 1138,38, caminando en 1014 y por último los METS totales se incrementaron en un total de 4857,64. En la figura 24 se incluyen una serie de gráficos para contribuir a una mejor comprensión de los resultados, en las cuales se comparan los dos momentos de las diferentes intensidades, así como el total.

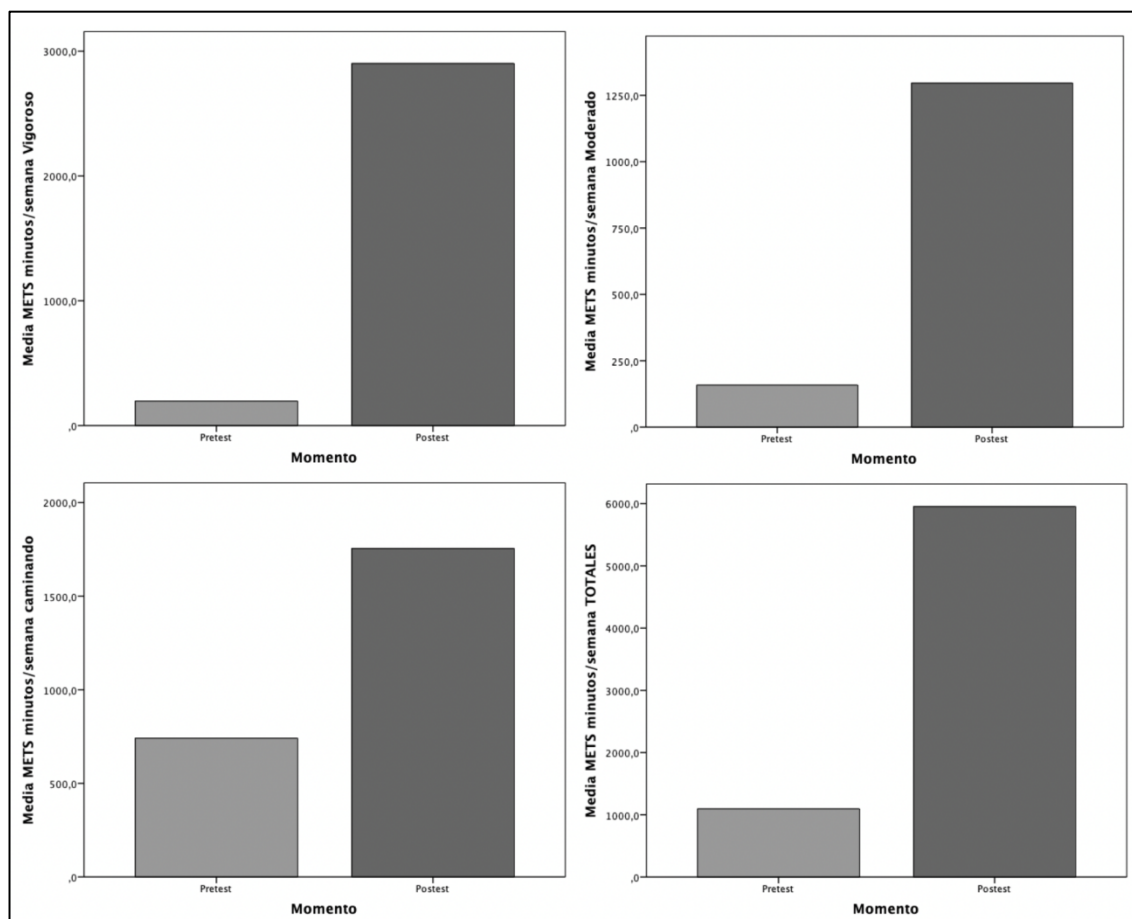


Figura 24. Compilación de los gráficos comparando pretest y posttest de las diferencias en METS de los diferentes tipos de intensidades de las actividades y el total

Las principales conclusiones de este artículo se centran en que tras realizar una planificación únicamente de entrenamiento aeróbico en tan sólo doce semanas se ha producido una mejora en las variables estudiadas aumentando de forma muy significativa la cantidad de METS tanto moderados como vigorosos y totales en mujeres jóvenes con sobrepeso y obesidad.

1.4 Estudio IV: Energy expenditure and weight loss with aerobic exercise. A longitudinal study in young adults



Proceeding

Supplementary Issue: Spring Conferences of Sports Science. 15th Convention and Workshop of the International Network of Sport and Health Science, 5-8 June 2019. University of Las Palmas de Gran Canaria, Las Palmas de Gran Canaria, Spain.

Energy expenditure and weight loss with aerobic exercise: A longitudinal study in young adults

ISMAEL GALVEZ¹ , JOSÉ CARLOS FERNÁNDEZ GARCÍA¹, JUAN GAVALA GONZÁLEZ²

¹University of Malaga, Malaga, Spain

²University of Seville, Seville, Spain

Cite this article as:

Galvez, I., Fernández, J.C., & Gavala, J. (2019). Energy expenditure and weight loss with aerobic exercise: A longitudinal study in young adults. *Journal of Human Sport and Exercise*, 14(4proc), S713-S723. doi:<https://doi.org/10.14198/jhse.2019.14.Proc4.32>

 **Corresponding author.** University of Malaga, Malaga, Spain. <https://orcid.org/0000-0002-6923-9779>

E-mail: jmaelgalv@uma.es

Supplementary Issue: Spring Conferences of Sports Science. 15th Convention and Workshop of the International Network of Sport and Health Science, 5-8 June 2019. University of Las Palmas de Gran Canaria, Las Palmas de Gran Canaria, Spain.

JOURNAL OF HUMAN SPORT & EXERCISE ISSN 1988-5202

© Faculty of Education. University of Alicante

doi:10.14198/jhse.2019.14.Proc4.32

VOLUME 14 | Proc4 | 2019 | S713

Abstract

The objective of this study was to analyze the amount of time young adults spent performing vigorous, moderate intensity activities, walking and sitting through the International Physical Activity Questionnaire - Short Form (IPAQ-SF), as well as the loss of weight and fat mass before and after an aerobic training program. The sample consisted of 20 men aged 21.86 ± 1.85 years who initially had a body mass index (BMI) $> 25 \text{ kg/m}^2$. The training program was carried out for twelve weeks, three times per week on non-consecutive days, in sessions lasting 60 to 90 minutes. Before and after the treatment, an anthropometric assessment of weight, height and fat mass was performed using a dual-energy x-ray densitometry equipment and the participants were also asked to complete the IPAQ-SF questionnaire. The results showed a statistically significant improvement in both weight (88.29 vs 86.52) kg, BMI (29.22 vs 28.64) kg/m^2 and body fat (26.43 vs 25.21) kg. Similarly, energy expenditure (METS min/week) improved in all measurements: in vigorous (980.87 vs 4038.26) and moderate physical activity (450.44 vs 1615.65), walking (949.25 vs 1336.50) and total (2380.56 vs 6690.42), although no significant differences in energy consumed walking were found. The main conclusion reached after this research is that in young adults who are overweight or obese, an exclusively aerobic exercise program, enabled them to reduce their body weight by approximately the same amount of fat mass lost and that their adherence to physical exercise increased as their moderate and vigorous levels increased nearly fourfold, and their total physical activity was more than double that at the beginning of the program.

Los hallazgos principales de este artículo se encuentran en el gasto energético de varones jóvenes. Como podemos observar en la tabla 11 Se han analizado diferentes variables relacionadas con los METS. Todas las variables excepto los METS caminando presentan mejoras estadísticamente significativas.

Tabla 11. Estadísticos descriptivos y de contraste (Media \pm Desviación Standard) de los METS (n=21)

	Pretest	Posttest	<i>p</i>
METS min/sem vigoroso	980,87 \pm 953,60	4038,26 \pm 1821,55	,000
METS min/sem moderado	450,44 \pm 497,41	1615,65 \pm 850,98	,000
METS min/sem caminando	949,25 \pm 1224,36	1336,50 \pm 804,70	,212
METS min/sem totales	2380,56 \pm 1780,80	6690,42 \pm 2426,89	,000

Valor de significación de $p \leq 0.05$; min/sem = minutos a la semana

Para una mejor comprensión de los resultados, se incluyen los gráficos comparando los dos momentos y las diferencias presentadas en la figura 25. En esta figura las columnas de la izquierda representan la cantidad de METS que realizan los sujetos antes de la intervención y la columna de la derecha representa la cantidad de METS tras la intervención. Se puede observar como todas las diferencias son significativas excepto la de METS caminando. Por lo que aumenta significativamente el número de METS tanto en actividad física vigorosa con más de 3000 METS, como moderada con más de 1000 METS, como total con más de 4000 METS.

La actividad física se expresa cuantitativamente a través del indicador de MET minutos/semana que representa el gasto energético y clasifica la actividad física en: Alto: logrando un mínimo de 3000 MET-min/semana o al menos 1500 MET-min/semana solo en vigorosa; Moderado: logrando al menos 600 MET-min/semana. Bajo: logrando menos 600 MET-min/semana. Por lo que como se muestran en la tabla 11 y en la figura 25 los METS vigorosos pasan de moderados a alto. Los METS moderado pasa de bajo a moderado. Los METS caminando se mantienen en moderado, siendo la única diferencia no significativa. Y por último los METS totales pasan de moderados a vigorosos.

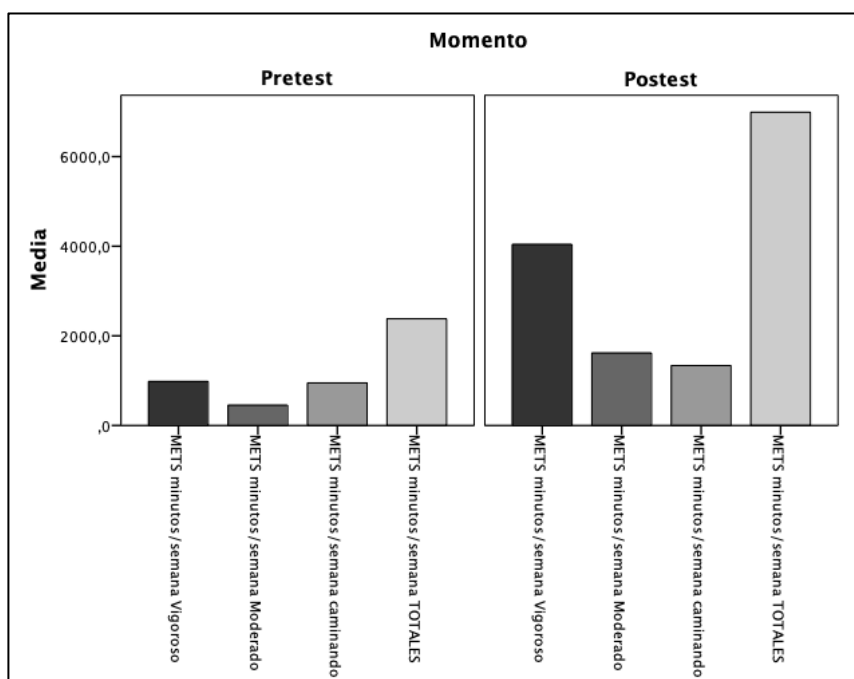


Figura 25. METS totales pretest y posttest.

Podemos concluir que tras realizar una planificación de entrenamiento aeróbico de doce semanas de duración se ha observado una mejora en las variables estudiadas, aumentando de forma muy significativa la cantidad de METS tanto moderados como vigorosos y totales en varones jóvenes con sobrepeso y obesidad. Se debe abrir una línea de investigación en este segmento de la población que ha sido tan poco estudiada, particularmente considerando la alta sensibilidad mostrada por los resultados de los participantes tras realizar un programa de doce semanas de entrenamiento aeróbico.

1.5 Estudio V: Longitudinal Study of Body Composition and Energy Expenditure in Overweight or Obese Young Adults

SCIENTIFIC REPORTS

Article | [Open Access](#) | Published: 24 March 2020

Longitudinal Study of Body Composition and Energy Expenditure in Overweight or Obese Young Adults

José Carlos Fernández-García, Ismael Gálvez-Fernández, Pere Mercadé-Melé & Juan Gavala-González 

Scientific Reports **10**, Article number: 5305 (2020) | [Cite this article](#)

715 Accesses | [Metrics](#)



Check for updates

Cite this article

Fernández-García, J.C., Gálvez-Fernández, I., Mercadé-Melé, P. *et al.* Longitudinal Study of Body Composition and Energy Expenditure in Overweight or Obese Young Adults. *Sci Rep* **10**, 5305 (2020). <https://doi.org/10.1038/s41598-020-62249-8>

Abstract

The aim of this study was to compare the effects of an aerobic training program with a strength training program on body composition and energy expenditure in overweight or obese ($29.06 \pm 3.49 \text{ kg/m}^2$) young adults (21.96 ± 1.90 years). Subjects ($N = 109$) were randomly assigned to one of three groups: a control group (CG), an aerobic training (AT) group and a strength training (ST) group. Training took place over twelve weeks comprising three sessions per week with each session lasting 60 to 90 minutes. Before and after the program, weight, height, body mass index, lean mass percentage and fat mass percentage were evaluated. In addition, The International Physical Activity Questionnaire-Short Form (IPAQ-SF) was used to estimate energy expenditure. The results of both aerobic training and strength training produced statistically significant improvements in weight (ATCG = -2.892 kg ; ST-CG = -2.986 kg); BMI (AT-CG = -1.075 kg/m^2 ; ST-CG = -1.118 kg/m^2); total body fat (AT-CG = -1529.172 g ; ST-CG = -763.815); and total body fat percentage (AT-CG = -1.421% ; AT-ST = -0.855%). These two exercise prescription models were therefore useful in reducing overweight and obesity, which could have an impact on improving the health and quality of life of individuals with these characteristics.

Los resultados de este estudio muestran diferencias estadísticamente significativas entre los distintos grupos en las variables peso ($F=9,35$; $p=0,000$), IMC ($F=11,13$; $p=0,000$), grasa corporal total ($F=3,228$; $p=0,044$) y el porcentaje grasa corporal total ($F=4,543$; $p=0,013$), como podemos observar en la tabla 12. En las variables peso y IMC posttest, la media ajustada es menor en el EF; y en las variables grasa corporal total y porcentaje grasa corporal total es menor en el EA.

Tabla 12. Medias ajustadas para grupo control, grupo aeróbico y grupo de fuerza de cada variable dependiente, estadísticas F y valor p

Variables	Control group	Aerobic group	Strength group	F	p
Peso (kg)	85,520	82,627	82,534	9,35	0,000***
IMC (kg/m²)	29,617	28,542	28,500	11,137	0,000***
Grasa corporal total (g)	28497,048	26967,876	27733,234	3,228	0,044**
Masa magra total (g)	55179,274	55357,291	54841,72	1,179	0,312
Masa corporal total (g)	83668,268	82337,86	82567,789	1,421	0,246
Porcentaje de grasa corporal total (%)	34,356	32,935	33,79	4,543	0,013**

*=p<0,1; **=p<0,05; ***=p<0,01

Por otro lado, en la Tabla 13 podemos observar como el peso ha disminuido tanto en el grupo de EA como en el grupo de EF siendo esta pérdida significativa en comparación con el GC (EA-GC= -2,892 kg; EF-GC= -2,986 kg). Mientras que si comparamos ambos programas de entrenamiento obtenemos que en el grupo de EF la pérdida de peso ha sido mayor pero la diferencia es mínima, no llegando a ser significativa (EA-EF= 0,093 kg). Respecto al IMC, al igual que el peso, este ha disminuido tanto en el grupo de EA como en el grupo de EF siendo esta pérdida significativa en comparación con el GC (EA-GC= -1,075 kg/m²; EF-GC= -1,118 kg/m²). Mientras que si comparamos ambos programas de entrenamiento obtenemos que en el EF el IMC es menor pero la diferencia no llega a ser significativa (EA-EF= 0,043 kg/m²).

Respecto a la grasa corporal total se observa una mejora tanto en el grupo de EA como en el grupo de EF, pero en este caso la única mejora significativa se produce en el grupo de EA en comparación con el GC (EA-GC= -1529,172 g). Cabe destacar que se produce una mayor pérdida de grasa corporal total en el grupo de EA en comparación con el grupo de EF (EA-EF= -765,358 g).

En la masa magra total no encontramos diferencias significativas, pero aún así se produce un aumento de dicha masa en el grupo de EA en comparación con el grupo de EF y GC (EA-EF= 515,571 g; EA-GC= -178,018 g). Mientras que el EF disminuye su masa magra total en comparación con el GC y el grupo de EA (EF-GC= -337,554 g; EF-EA= -515,571 g). La masa corporal total ha disminuido tanto en el grupo de EA como en el grupo de EF en comparación con el GC pero no llegan a ser mejoras significativas (EA-GC= -

1330,408 g; EF-GC=-1100,479 g). Además, cabe destacar que el grupo de EA tiene una mayor pérdida en comparación con el grupo de EF (EA-EF= -229,929 g). Por último, el porcentaje de grasa corporal total disminuye tanto en el grupo de EA como en el grupo de EF en comparación con el GC (EA-GC= -1,421%; EF-GC=-0,566%). Pero tan solo son significativas las pérdidas del grupo de EA en comparación tanto con el GC como con el grupo de EF (EA-GC= -1,421%; EA-EF=-0,855%).

Tabla 13. Análisis estadístico: prueba de comparación múltiple de Bonferroni

Variable	Bonferroni Multiple Comparison Test	Mean Diif	p
Peso (kg)	Aeróbico - Control	-2,892	0,001***
	Fuerza - Control	-2,986	0,000***
	Aeróbico - Fuerza	0,093	1,000
IMC (kg/m²)	Aeróbico - Control	-1,075	0'000***
	Fuerza - Control	-1,118	0,000***
	Aeróbico - Fuerza	0,043	1,000
Grasa corporal total (g)	Aeróbico - Control	-1529,172	0,056*
	Fuerza - Control	-763,815	0,655
	Aeróbico - Fuerza	-765,358	0,257
Masa magra total (g)	Aeróbico - Control	178,018	1,000
	Fuerza - Control	-337,554	1,000
	Aeróbico - Fuerza	515,571	0,401
Masa corporal total (g)	Aeróbico - Control	-1330,408	0,298
	Fuerza - Control	-1100,479	0,463
	Aeróbico - Fuerza	-229,929	1,000
Grasa corporal total (%)	Aeróbico - Control	-1,421	0,027**
	Fuerza - Control	-0,566	0,817
	Aeróbico - Fuerza	-0,855	0,063*

*=p<0,1; **=p<0,05; ***=p<0,01

En la tabla 14, podemos ver de manera descriptiva las medias de todas las variables que componen el IPAQ-SF según cada grupo y tanto antes como después del entrenamiento. Además, se realiza el test de Wilcoxon para ver si estas diferencias son estadísticamente significativas entre el pre y el post de cada grupo, observándose que no existen diferencias significativas en el grupo de control (p-value mayor de 0,1 en todos los casos) pero en los grupos de EA y de EF si que existen diferencias significativas en cada una de las variables (p=0,000) lo que significa que después del entrenamiento los resultados del IPAQ-SF son

estadísticamente mejores. Entrando más en detalle podemos observar como el grupo de EA aumenta el número de METS en una mayor proporción tanto en la actividad física moderada, vigorosa y total en comparación tanto con el EF como con el GC. Respecto a la variable caminar la diferencia en comparación con el EF y el GC no llega a ser significativa pero aún así es mayor en el grupo EA.

Tabla 14. Análisis estadístico: IPAQ-SF. Comparación de dos muestras relacionadas: medias «METSmin/semana» y prueba de Wilcoxon

	Pre	Post	Z	p
Grupo control				
Caminar	1016,4	1004,3	-0,14	0,888
Moderada	344	370,67	-1,254	0,21
Vigorosa	557,3	578,67	-0,71	0,478
Total	1917,7	1953,6	-1,068	0,286
Grupo aeróbico				
Caminar	940,3	1527,1	-3,88	0,000***
Moderada	433,5	1437,5	-5,425	0,000***
Vigorosa	878	3638	-5,402	0,000***
Total	2251,8	6602,6	-5,511	0,000***
Grupo fuerza				
Caminar	990,9	1626,2	-5,047	0,000***
Moderada	487	987	-4,299	0,000***
Vigorosa	1017,8	1932,6	-4,728	0,000***
Total	2495,7	4545,8	-5,644	0,000***

*=p<0,1; **=p<0,05; ***=p<0,01

Con respecto a la dieta, se realizó una prueba de muestras pareadas para comparar los datos y determinar si había posibles diferencias en la dieta antes y después del tratamiento. No se encontró evidencia de diferencias estadísticamente significativas entre la dieta antes y después del tratamiento en el GC (diferencia pre-post = 12.13, t = 1,175; p = 0.260), el grupo EA (diferencia pre-post = 8.68, t = 0.975; p = 0.336) o el grupo EF (diferencia pre-post = 13.17, t = 1.416; p = 0.163).

Las principales conclusiones de este estudio son que los programas de entrenamiento de doce semanas de EA y EF fueron bien tolerados y con tasa de abandono mínima. Además produjeron mejoras estadísticamente significativas en las variables antropométricas de

peso, IMC, grasa corporal total y porcentaje de grasa corporal total, destacando que el grupo EF tuvo una mejoría mayor en IMC y peso, mientras que el grupo EA tuvo mejores resultados en grasa corporal total, masa magra total, masa corporal total y porcentaje de grasa corporal total.

Por lo tanto, se podría decir que el EA permitió obtener mejores resultados globales que el EF tanto en comparación con el GC como entre los grupos de entrenamiento. Respecto al gasto metabólico, ambos grupos de entrenamiento lograron un aumento del mismo, aunque el grupo de EA mostró mayor aumento en comparación con el grupo de EF y el GC. Estos resultados sugieren que la salud y la calidad de vida de jóvenes con sobrepeso u obesidad podría mejorarse en un corto período de tiempo con la realización de un programa de actividad física.

1.6 Otros resultados

Estos resultados no han sido publicados aún, pero se someterán en el futuro.

Comparando entre sexos se puede destacar que, tras realizar un programa de EA de doce semanas, se produce una mejora en todos los datos referidos a la composición corporal, como podemos observar en la tabla 15. Las mujeres obtienen unas mejoras ligeramente mayores en el porcentaje de grasa corporal total y en el aumento de masa magra. Mientras que por otro lado los hombres obtienen unas diferencias mayores en comparación con las mujeres en el peso corporal y en el IMC. En la grasa corporal total los resultados son prácticamente idénticos (-1504,09g en mujeres y -1509,01g en hombres).

Tabla 15. Comparación de hombres y mujeres de la composición corporal

	Hombres	Mujeres	Diferencia
Peso (kg)	-1,87	-1,24	0,63
IMC (kg/m²)	-0,6	-0,44	0,16
Grasa corporal total (kg)	-1509,01	-1504,09	4,92
Masa magra total (kg)	+0,290	+0,921	0,631
Porcentaje grasa corporal total (%)	-1,4	-1,75	0,35

Respecto a los METS, al igual que en la composición corporal al comparar hombres y mujeres se observa como se producen mejoras en todas las variables estudiadas (tabla 16), aunque las mujeres obtienen unas mejoras ligeramente mayores en METS min/sem caminando y en METS min/sem totales. Mientras que por otro lado los hombres obtienen unas diferencias mayores en comparación con las mujeres en METS min/sem vigoroso. Respecto a los METS min/sem moderado, los resultados son muy similares, con tan solo 27,03 METS de diferencia.

Tabla 16. Comparación de hombres y mujeres del gasto energético

	Hombres	Mujeres	Diferencia
METS min/sem vigoroso	3057,39	2705,45	351,94
METS min/sem moderado	1165,21	1138,18	27,03
METS min/sem caminando	387,25	1014	626,75
METS min/sem totales	4309,86	4857,64	547,78

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN

DISCUSIÓN

The American College of Sports Medicine establece que la cantidad mínima recomendada que hay que realizar para obtener beneficios para la salud es treinta minutos de actividad física a una intensidad moderada o veinte minutos de actividad física vigorosa realizándola tres veces por semana.

Con respecto a la pérdida de peso, hasta ahora no se ha aclarado completamente si hay tipos y cantidades específicos de ejercicios más apropiados para este propósito, ya que habrá variaciones individuales. Sin embargo, cualquier actividad física aumenta la probabilidad de éxito en este sentido (Gaber et al., 2011). The International Association for the Study of Obesity (IASO) afirma que esta cantidad de ejercicios es probablemente insuficiente para provocar mejoras en la composición corporal de los sujetos y recomienda la ejecución de sesenta a noventa minutos de actividad física moderada al día (Alberti et al., 2009). Siguiendo estas recomendaciones, establecimos la duración de nuestros programas de entrenamiento entre sesenta y noventa minutos, tres sesiones por semana y con intensidad creciente a lo largo de las doce semanas de entrenamiento.

En nuestra investigación, basada únicamente administrar EA o EF, se ha observado una mejoría en todos los parámetros referidos a la composición corporal evaluados a través del DXA, los cuales son; disminución del peso, del IMC, de la grasa corporal total, del porcentaje de grasa corporal total, masa corporal total así como un incremento de la masa magra, destacando significativamente el peso, IMC, grasa corporal total y porcentaje grasa corporal.

Diversas investigaciones que han empleado tanto el EA como el EF no detectaron mejoras significativas en el rendimiento físico o adaptaciones de la composición corporal, destacando los trabajos de Izquierdo et al. (2004) y Sanal et al. (2013) en los cuales usaron el DXA para analizar las diferentes variables antropométricas al igual que en nuestra investigación, pero con la diferencia de que obtuvimos mejoras significativas en la pérdida de peso, IMC, porcentaje de grasa corporal total y grasa corporal total.

Sin embargo, los resultados obtenidos muestran consonancia con otras investigaciones en las que aplican programas de entrenamiento mixto (Häkkinen et al., 2003; Eklund et al., 2016) con dos y tres sesiones semanales respectivamente, arrojando sus resultados

mejoras estadísticamente significativas en la composición corporal, concretamente en la pérdida de peso y masa grasa y en la mejora de la masa magra. Las mejoras producidas dentro de este estudio longitudinal en el EA van en consonancia con otros estudios (Higa, Spinola, Fonseca-Alaniz y Evangelista, 2014; Lehnig y Standford, 2014; Américo et al., 2019; Alves, Gale, Mutrie, Correia y Batty, 2009), las cuales son significativas tanto en la pérdida de peso (-1,69; -2,21; -0,54; -2,63 kg de media en los estudios frente a -2,9 kg) como en la disminución de la grasa corporal total (- 1,25; -1,35; -1,05; -1,12 kg de media, mientras que en nuestro estudio es de -1,53 kg) y el porcentaje de grasa corporal total al que se hace referencia en el estudio de Alves et al. (2009) (- 0,45% de media, mientras que en nuestro estudio es de -1,42%). Por otro lado, los resultados que se han obtenido en el grupo de EF concuerdan con estudios en los que se produjo una pérdida en el porcentaje de grasa corporal total (-0,45% de media frente a los -0,56% de nuestro estudio) (Bolcalini et al., 2012; Kim y Lee, 2019; Hedermann, Vissing, Heje, Preisler, Witting y Vissing, 2016) y una pérdida de peso (-1,5 kg de media frente a -2,99 kg de nuestro estudio) (Kolahdoust et al., 2018; Ibrahim, Muhamad, Ooi, Meor-Osman y Chen, 2018; D'Antona, Lanfranconi, Pellegrino, Brocca y Adami, 2006; Conn, Hafdahl, Phillips, Ruppert y Chase, 2014; Gálvez, 2017).

Cabe destacar que en la mayoría de los estudios en adultos jóvenes con sobrepeso u obesidad se realizaron programas mixtos (Izquierdo et al., 2004; Eklund et al., 2016) o un único programa de entrenamiento pero interviniendo también sobre los hábitos alimenticios (Koehler y Drenowatz, 2019; Manz et al., 2019; Sánchez et al., 2019) y no tan solo centrados en el trabajo aeróbico o de fuerza, siendo ésta la principal novedad y característica de la presente investigación. Al comparar los resultados de la escasa literatura precedente con los nuestros se observa que tanto en los programas mixtos como en los que combinan entrenamientos con hábitos alimenticios se produce una pérdida de peso, grasa corporal y mejora del IMC al igual que ocurre en nuestras intervenciones, tanto en la de EA como en la de EF, aunque cabe destacar que las mejoras han sido mayores en nuestro estudio.

Respecto a los resultados sobre las diferencias en la masa muscular tras un programa de entrenamiento de doce semanas tanto aeróbico como de fuerza, apoyan los resultados de Abe et al. (2000), que también reportó aumentos en la masa muscular durante un programa similar, aunque más centrado en la fuerza y no tanto en la resistencia aeróbica.

Los resultados obtenidos en los estudios en los que se aplica EA muestran consonancia con otras investigaciones en las que aplican programas de entrenamiento mixto (Loria, et al. 2013; Izquierdo et al., 2004; Wallman, 2009; Sillanpää et al., 2008; Eklund et al., 2016). Comparando ambos sexos en la planificación de EA las mujeres obtienen unas mejoras ligeramente mayores en el porcentaje de grasa corporal total y en el aumento de masa magra. Mientras que por otro lado los hombres obtienen unas diferencias mayores en comparación con las mujeres en el peso corporal y en el IMC.

En cuanto al gasto metabólico se observó un aumento de forma significativa tanto en el grupo de EA como en el grupo de EF, por lo que los resultados siguen en la misma línea de Vilaca et al (2011) y Branco et al. (2019). Ambos estudios, con programas de entrenamiento concurrente, se registró que el gasto metabólico aumentó tras realizar estos programas de entrenamiento, aunque en menor proporción en comparación con nuestro estudio ya que los mets totales aumentan en una media de 3200 Mets-min/semana mientras que en los otros estudios aumentan una media de 1200 Mets-min/semana (Vilaca, Bottaro y Santos, 2011; Branco et al., 2019). En el caso de nuestra investigación, en el grupo de EA se observó un mayor gasto metabólico que en los grupos EF y GC, resultados que van en consonancia con los trabajos de Bakker et al. (2017), Scharhag-Rosenberger (2017), Ramírez-Vélez (2017), Shim (2019) y Ostendorf (2019) en los que se detectó que en los programas de EA el gasto metabólico es mayor que cuando se prescribe EF o entrenamientos mixtos, sobre todo en la actividad física moderada. Aunque debemos resaltar que en nuestra investigación se produjeron mejoras significativas tanto en la actividad física moderada, como vigorosa y total.

Respecto a la comparación entre sexos, en el EA las mujeres obtienen mejoras ligeramente mayores en METS min/sem caminando y METS min/sem totales, mientras que los hombres obtienen unos mejores resultados en los METS min/sem vigorosos. Por lo tanto, los principales hallazgos de esta investigación fueron que tanto el EA como el EF producen diversas mejoras en la composición corporal y aumentan el gasto metabólico en comparación con el GC y que el EA es el que produce unos mejores resultados. Lo que sugiere que la salud y la calidad de vida de las personas con sobrepeso y/u obesidad podrían mejorarse en un corto período de tiempo únicamente realizando actividad física.

Referencias bibliográficas

Abe, T., De Hoyos, D. V., Pollock, M. L., y Garzarella, L. (2002). Time course for strength and muscle thickness changes following upper and lower body resistance training in men and women. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 81(3), 174–180.

Alberti, K.G., Eckel, R.H., Grundy, S.M., Zimmet, P.Z., Cleeman, J.I., Donato, K.A., ... Smith, S.C. Jr. (2009). Harmonizing the metabolic syndrome: a joint interim statement of the International Diabetes Federation Task Force on Epidemiology and Prevention, National Heart, Lung, and Blood Institute, American Heart Association, World Heart Federation, International Atherosclerosis Society, and International Association for the Study of Obesity. *Circulation*, 120:1640 - 5.

Alves, J.G., Gale, C.R., Mutrie, N., Correia, J.B. y Batty, G.D. (2009). A 6-month exercise intervention among inactive and overweight favela-residing women in Brazil: the Caranguejo Exercise Trial. *Am J Public Health*, 99: 76–80.

Américo, A., Muller, C., Vecchiatto, B. Martucci, L.F., Fonseca-Alaniz, M.H. y Evangelista, F.S. (2019). Aerobic exercise training prevents obesity and insulin resistance independent of the renin angiotensin system modulation in the subcutaneous white adipose tissue. *PLoS ONE*, 14(4): e0215896.

Bakker, E.A., Lee, D.C., Sui, X., Artero, E.G., Ruiz, J.R., Eijsvogels, T., ... Blair, S.N. (2017). Association of Resistance Exercise, Independent of and Combined With Aerobic Exercise, With the Incidence of Metabolic Syndrome. *Clin Proc*. Aug,92(8):1214-1222.

Branco, B., Valladares, D., De Oliveira, F.M., Carvalho, I.Z., Marques, D.C., Coelho, A.A., ... Bertolini S.M. (2019). Effects of the Order of Physical Exercises on Body Composition, Physical Fitness, and Cardiometabolic Risk in Adolescents Participating in an Interdisciplinary Program Focusing on the Treatment of Obesity. *Front. Physiol.* 10:1013.

Bocalini, D.S., Lima, L.S., De Andrade, S., Rica, R.L., Dos Santos, R.N., ... Pontes, F.L. (2012). Effects of circuit-based exercise programs on the body composition of elderly obese women. *Clin Interv Aging*, 7:551-556.

Conn, V. S., Hafdahl, A., Phillips, L. J., Ruppert, T. M. y Chase, J. A. (2014). Impact of physical activity interventions on anthropometric outcomes: systematic review and meta-analysis. *J Prim Prev*, 35, 203-215.

D'Antona, G., Lanfranconi, F., Pellegrino, M.A., Brocca, L., y Adami, R. (2006). Skeletal muscle hypertrophy and structure and function of skeletal muscle fibres in male body builders. *J Physiol*. 570(Pt 3):611-2.

Eklund, D., Schumann, M., Kraemer, W.J., Izquierdo, M., Taipale, R.S., Häkkinen, K. (2016). Acute Endocrine and Force Responses and Long-Term Adaptations to Same-Session Combined Strength and Endurance Training in Women. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(1), 164-175.

Gálvez Fernández, I. (2017). Pérdida de peso y masa grasa con auto-cargas en mujeres. *Revista Iberoamericana de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 2017, 6(2), 30-37.

Garber, C. E., Blissmer, B., Deschenes, M. R., Franklin, B. A., Lamonte, M. J., Lee, I. M., ... American College of Sports Medicine (2011). Quantity and Quality of Exercise for Developing and Maintaining Cardiorespiratory, Musculoskeletal, and Neuromotor Fitness in Apparently Healthy Adults. *Medicine y Science in Sports y Exercise*, 43(7), 1334–1359.

Häkkinen, K., Alén, M., Kraemer, W.J. Gorostiaga, E., Izquierdo, M., Rusko, H., ... Paavolainen, L. (2003). Neuromuscular adaptations during concurrent strength and endurance training versus strength training. *European Journal of Applied Physiology*. 89, 42-52.

Higa, T.S., Spinola, A.V., Fonseca-Alaniz, M.H., y Evangelista, F.S. (2014) Remodeling of white adipose tissue metabolism by physical training prevents insulin resistance. *Life Sciences*. 103(1):41-8.

Hedermann, G., Vissing, C.R., Heje, K., Preisler, N., Witting, N., y Vissing, J. (2016) Aerobic Training in Patients with Congenital Myopathy. *PLoS ONE* 11(1).

Ibrahim, N.S., Muhamad, A.S., Ooi, F.K., Meor-Osman, J. y Chen, C.K. (2018) The effects of combined probiotic ingestion and circuit training on muscular strength and power and cytokine responses in young males. *Appl Physiol Nutr Metab*, 43(2):180-186.

Izquierdo, M., Ibáñez, J., Häkkinen, K., Kraemer, W.J., Larrion, J.L. y Gorostiaga, E.M. (2004). Once weekly combined resistance and cardiovascular training in healthy older men. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 36(3), 435–43.

Kim, K.H. y Lee, H.B. (2019). Effects of circuit training interventions on bone metabolism markers and bone density of old women with osteopenia. *J Exerc Rehabil*. 15(2):302-307.

Koehler, K., y Drenowatz, C. (2019) Integrated Role of Nutrition and Physical Activity for Lifelong Health. *Nutrients*, 11, 1437.

Kolahdouzi, S., Baghadam, M., Kani-Golzar, F.A., Saeidi, A., Jabbour, G., Ayadi, A.... Zouhal, H. (2018) Progressive circuit resistance training improves inflammatory biomarkers and insulin resistance in obese men. *Physiol Behav.*, 205:15-21.

Lehnig, A.C., y Stanford, K.I. (2018) Exercise-induced adaptations to white and brown adipose tissue. *J Exp Biol.*; 7; 221(Pt Suppl 1).

Loria-Kohen, V., Fernández-Fernández, C., Bermejo, L. M., Morencos, E., Romero-Moraleda, B., y Gómez-Candela, C. (2013). Effect of different exercise modalities plus a hypocaloric diet on inflammation markers in overweight patients: A randomised trial. *Clinical Nutrition*, 32(4), 511–518.

Manz, K., Mensink, G.B.M., Finger, J.D., Haftenberger, M., Brettschneider, A., Lage Barbosa, C, ... Schienkiewitz, A. (2019) Associations between Physical Activity and Food Intake among Children and Adolescents: Results of KiGGS Wave 2. *Nutrients*, 11, 1060.

Ostendorf, M. D.M., Caldwell, E.A., Creasy, A.S., Pan, Z., Layden, K., Bergouignan, A., ... Catenacci, A.V. (2019). Physical Activity Energy Expenditure and Total Daily Energy Expenditure in Successful Weight Loss Maintainers. *Obesity*, 27, 496-504.

Ramírez-Vélez, R., Tordecilla-Sanders, A., Correa-Bautista, J.E., González-Ruiz, K., González-Jiménez, E., Triana-Reina, H.R., ... Schmidt-RioValle, J. (2018). Validation of multi- frequency bioelectrical impedance analysis versus dual-energy X-ray absorptiometry to measure body fat percentage in overweight/obese Colombian adults. *Am J Hum Biol*, 30(1).

Rossi, F. E., Fortaleza, A. C. S., Neves, L. M., Buonani, C., Picolo, M. R., Diniz, T. A., ... Freitas, I. F. (2016). Combined training (aerobic plus strength) potentiates a reduction in body fat but demonstrates no difference on the lipid profile in postmenopausal women when compared with aerobic training with a similar training load. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(1), 226–234.

Sanal, E., Ardic, F., Kirac, S. Effects of aerobic or combined aerobic resistance exercise on body composition in overweight and obese adults: gender differences. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*, 2013, 49(1), 1- 11.

Sánchez, M., Sánchez, E., Hernández, M., González, J., Purroy, F., Rius, F., ... on behalf of the ILERVAS project collaborators. (2019). Dissimilar Impact of a Mediterranean Diet and Physical Activity on Anthropometric Indices: A Cross-Sectional Study from the ILERVAS Project. *Nutrients*, 11, 1359.

Sillanpää, E., Häkkinen, A., Nyman, K., Mattila, M., Cheng, S., Karavirta, L., ... Häkkinen, K. (2008). Body composition and fitness during strength and/or endurance training in older men. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 40(5), 950–958.

Scharhag-Rosenberger, F., Meyer, T., Walitzek, S. y Kindermann, W. (2010). Effects of One Year Aerobic Endurance Training on Resting Metabolic Rate and Exercise Fat Oxidation in Previously Untrained Men and Women. *International Journal of Sports Medicine*, 2017; 31(07): 498–504.

Schumann, M., Yli-Peltola, K., Abbiss, C.R., y Häkkinen, K. (2015) Cardiorespiratory Adaptations during Concurrent Aerobic and Strength Training in Men and Women. *Plos one*;10(9).

Shim, Y.S. (2019). The Relationship Between Tri-ponderal Mass Index and Metabolic Syndrome and Its Components in Youth Aged 10–20 Years. *Sci Rep* 9, 14462.

Vilaça, J., Bottaro, M. y Santos, C. (2011). Energy expenditure combining strength and aerobic training. *J. Hum. Kinet.*, 29A, 21–25.

Wallman K, Plant LA, Rakimov B, et al. (2009). The effects of two modes of exercise on aerobic fitness and fat mass in an overweight population. *Research in Sports Medicine*. 17 (3): 156–70.

CHAPTER VI

CONCLUSIONS

CONCLUSIONS

The conclusions that are drawn from our research are presented below, and are presented according to the objectives and hypotheses, as well as the order in which they were raised.

1. The twelve-week training programs of both aerobic and strength exercise carried out by young adults who are overweight or obese were well tolerated, because the dropout rate was minimal, and in turn generated significant improvements both in body composition and in metabolic expenditure.
2. The aerobic training (AT) group obtained better overall results than the strength training (ST) group although both workouts decreased the incidence of obesity or overweight to a greater extent than the control group (CG).
3. The Participants weight loss is significant in both schedules compared to the CG, although the loss is greater in the ST, this is not significant.
4. Performing a twelve-week planning of AT causes an increase in total lean mass compared to CG and ST, nevertheless this increase is not significant.
5. Total body fat loss occurs in both the AT group and the ST group, but the only statistically significant improvement occurs in the AT group compared to the CG. This may be because there is a greater loss of total body fat in the AT group compared to the ST group.
6. Both training groups obtained an increase in metabolic expenditure, although the AT group showed greater increases compared to the ST and CG groups.
7. In the aerobic training program, young men get better results than women in weight loss, BMI and total body fat. While women get better results in total lean mass and total body fat percentage.
8. Within the aerobic training program, men obtain an increase in METs greater than that of both vigorous and moderate women. While women get better results walking and in total.

CAPÍTULO VII

LIMITACIONES DEL ESTUDIO

LIMITACIONES DEL ESTUDIO

En este capítulo vamos a presentar las principales limitaciones que hemos encontrado:

1. Una parte de los componentes del grupo control indican que se sienten excluidos de la investigación y que por ese motivo no acudirían a la evaluación final.
2. El gasto metabólico podía haber sido medido también con acelerómetros para de esta forma poder contrastar los resultados con los del cuestionario IPAQ-SF.
3. La medición de la intensidad del ejercicio lo realizamos a través de la escala de percepción subjetiva del esfuerzo, ya que no disponíamos de ninguna posibilidad de obtener datos objetivos del esfuerzo como podría ser a través de un analizador de gases portátil.
4. El calendario de actuación estaba condicionado por los entrenadores voluntarios, ya que tenían que coincidir el máximo número posible para de esta forma poder llevar a cabo la investigación.
5. El EF tuvo que ser con autocargas ya que no disponíamos de material para administrar a todos los participantes para que de esta forma pudieran realizar EF con material externo.
6. La investigación tuvo que dividirse en varios años ya que la infraestructura necesaria no nos permitía poder realizarlo en un mismo año. Se requerían muchos entrenadores para poder entrenar a los participantes.
7. El número de participantes no aumentaba cuando se les comentaba que tenían que realizar una planificación de doce semanas de entrenamiento, siendo considerada por algunos como «excesiva».
8. La escasez de estudios de sobrepeso y obesidad en adultos jóvenes que se centren exclusivamente en realizar un programa de entrenamiento sin influir en su alimentación con los que cotejar nuestras conclusiones, lo que en contrapartida podría aumentar el interés de esta investigación.

CAPÍTULO VIII

FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

A continuación, se presentan las futuras líneas de investigación:

1. En el futuro se someterán a posibles valoraciones las diferentes variables del estudio que aún no han sido sometidas.
2. Realizar una planificación con características similares a las de nuestra investigación, pero realizando ejercicios de intervalos de alta intensidad (HIIT), para poder comparar los resultados obtenidos con los nuestros.
3. Combinar ambas planificaciones para realizar una de entrenamiento mixto de fuerza y aeróbico para poder comparar los resultados con los de nuestra investigación.
4. Realizar los mismos programas de entrenamiento con sujetos adultos de una edad superior para comparar resultados y observar si en otras poblaciones siguen resultando satisfactorios.
5. Utilizar acelerómetros en los mismos programas de entrenamiento para conocer el gasto metabólico y comprobar si existen diferencias.
6. Realizar el EF con cargas externas para poder comparar los resultados con los obtenidos en el programa de entrenamiento con autocargas.

CAPÍTULO IX

ESTUDIOS INTEGRANTES DE LA INVESTIGACIÓN

Estudio I: Effects of twelve weeks program of aerobic training in young male

Cita: Fernández-García, J., Gálvez Fernández, I., y Gavala González, J. (2020). Effects of twelve weeks program of aerobic training in young male. *Journal of Human Sport and Exercise*, 15(4), in press.

Doi: <https://doi.org/10.14198/jhse.2020.154.10>

Resumen:

The purpose of this study was to determine the effects of a twelve-week aerobic training program on the body composition of overweight or obese young men. The sample consisted of 21 males of 21.86 ± 1.85 years old. The training was carried out for twelve weeks, running it 3 times a week for a period of 60 to 90 minutes. Before and after the program, their weight, height, body mass index, percentage of lean mass, percentage of fat mass through bone densitometry were evaluated. It's concluded that the aerobic training of twelve weeks of duration in young men with overweight or obesity produces improvements in the studied parameters, being able to influence with this in the improvement of the health and quality of life of these population.

Estudio II: Estudio longitudinal sobre la pérdida de peso en mujeres jóvenes

Cita: Fernández-García, J.C.; Gálvez-Fernández, I.; Gavala-González, J. (2019). Estudio longitudinal sobre la pérdida de peso en mujeres jóvenes. *Journal of Sport and Health Research*. 11(Supl 1):105-114.

Doi: -

Resumen:

The aim of this research was to know if exclusively an aerobic training program, that is, without nutritional recommendations or psychological support, had any effect on the body composition in overweight or obese young women. The sample was composed by 14 women aged $23,14 \pm 3,01$ years. Incremental aerobic exercise was prescribed for 12 weeks. Each week consisted of three non-consecutive days of 60 to 90 minutes in length. Their weight, body mass index (BMI), total body fat, total lean mass, and percentage of total body fat were recorded before and after treatment. Height was only recorded at the start of the program. Our data show that an exclusively aerobic training of 12 weeks' duration in young women with obesity or overweight can produce improvements not only in weight loss, and therefore on the BMI, but also in the fatty and lean components, thereby affecting the improvement of health and quality of life.

Estudio III: Modificación de la composición corporal y del gasto energético en mujeres jóvenes tras un programa de entrenamiento aeróbico

Cita: Fernández García, J., Gálvez Fernández, I., y Gavala González, J. (2019). Modificación de la composición corporal y del gasto energético en mujeres jóvenes tras un programa de entrenamiento aeróbico (Modification of body composition and energy expenditure in young women after an aerobic training program). *Retos*, 38(38), 114-117.

Doi: -

Resumen:

The aim of this study was to analyze how a twelve-week aerobic training program affected body composition and amount of physical activity in overweight or obese young women. The sample consisted of 14 women aged $23,14 \pm 3,01$ years old and with an initial body mass index (BMI) of $27,86 \pm 1,92$ kg/m². The training was carried out for twelve weeks, running three times a week with session durations between 60 and 90 minutes. Before and after the program participants underwent anthropometric evaluation and filled out the IPAQ-SF questionnaire. Data were classified as sedentary, light, moderate, or intense according to the general recommendations of the World Health Organization. As a conclusion, the twelve-week aerobic training in young overweight or obese women can foster a decrease in their sedentary habits, a loss of weight, fat mass, and BMI, as well as an increase in their lean mass; thus, it may be able to influence their quality of life and also the improvement of their health.

Estudio IV: Energy expenditure and weight loss with aerobic exercise: A longitudinal study in young adults

Cita: Galvez, I., Fernández, J.C., y Gavala, J. (2019). Energy expenditure and weight loss with aerobic exercise: A longitudinal study in young adults. *Journal of Human Sport and Exercise*, 14(4proc), S713- S723.

Doi: <https://doi.org/10.14198/jhse.2019.14.Proc4.32>

Resumen:

The objective of this study was to analyze the amount of time young adults spent performing vigorous, moderate intensity activities, walking and sitting through the International Physical Activity Questionnaire - Short Form (IPAQ-SF), as well as the loss of weight and fat mass before and after an aerobic training program. The sample consisted of 20 men aged 21.86 ± 1.85 years who initially had a body mass index (BMI) $> 25 \text{ kg/m}^2$. The training program was carried out for twelve weeks, three times per week on non-consecutive days, in sessions lasting 60 to 90 minutes. Before and after the treatment, an anthropometric assessment of weight, height and fat mass was performed using a dual-energy x-ray densitometry equipment and the participants were also asked to complete the IPAQ-SF questionnaire. The results showed a statistically significant improvement in both weight (88.29 vs 86.52) kg, BMI (29.22 vs 28.64) kg/m^2 and body fat (26.43 vs 25.21) kg. Similarly, energy expenditure (METS min/week) improved in all measurements: in vigorous (980.87 vs 4038.26) and moderate physical activity (450.44 vs 1615.65), walking (949.25 vs 1336.50) and total (2380.56 vs 6690.42), although no significant differences in energy consumed walking were found. The main conclusion reached after this research is that in young adults who are overweight or obese, an exclusively aerobic exercise program, enabled them to reduce their body weight by approximately the same amount of fat mass lost and that their adherence to physical exercise increased as their moderate and vigorous levels increased nearly fourfold, and their total physical activity was more than double that at the beginning of the program.

Estudio V: Longitudinal study of body composition and energy expenditure in overweight or obese young adults

Cita: Fernández-García, J.C., Gálvez-Fernández, I., Mercadé-Melé, P. y Gavala González, J. (2020). Longitudinal study of body composition and energy expenditure in overweight or obese young adults. *sci rep* 10, 5305

Doi: <https://doi.org/10.1038/s41598-020-62249-8>

Resumen:

The aim of this study was to compare the effects of an aerobic training program with a strength training program on body composition and energy expenditure in overweight or obese ($29.06 \pm 3.49 \text{ kg/m}^2$) young adults (21.96 ± 1.90 years). Subjects ($N = 109$) were randomly assigned to one of three groups: a control group (CG), an aerobic training (AT) group and a strength training (ST) group. Training took place over twelve weeks comprising three sessions per week with each session lasting 60 to 90 minutes. Before and after the program, weight, height, body mass index, lean mass percentage and fat mass percentage were evaluated. In addition, The International Physical Activity Questionnaire-Short Form (IPAQ-SF) was used to estimate energy expenditure. The results of both aerobic training and strength training produced statistically significant improvements in weight (ATCG = -2.892 kg ; ST-CG = -2.986 kg); BMI (AT-CG = -1.075 kg/m^2 ; ST-CG = -1.118 kg/m^2); total body fat (AT-CG = -1529.172 g ; ST-CG = -763.815); and total body fat percentage (AT-CG = -1.421% ; AT-ST = -0.855%). These two exercise prescription models were therefore useful in reducing overweight and obesity, which could have an impact on improving the health and quality of life of individuals with these characteristics.